

16^e Congrès international de
**l'Association des Chercheurs en
Activités Physiques et Sportives**

26 - 28 Octobre 2015 – Nantes

Actes du Congrès

Edité par :

Laboratoire Motricité Interactions Performance (EA 4334)
Université de Nantes





Nous remercions nos partenaires



Organisation

Comité d'organisation

Président : Cornu Christophe
Bihan Véronique
Bourbousson Marina
Chomarat Magali
Deschamps Thibault
Dorel Sylvain
Jubeau Marc
Nordez Antoine
Saury Jacques

Comité éditorial (Actes)

Evin Agathe
Jubeau Marc
Magnard Justine
R'Kiouak Mehdi
Saury Jacques

Comité scientifique

Président : Saury Jacques
Membres :
Dorel Sylvain
Fournier Laurent-Sébastien
Nordez Antoine

Experts scientifiques

Adé David
Ahmaïdi Said
Albinet Cédric
Amarantini David
Assaïante Christine
Attali Michaël
Barbier Franck
Bardy Benoît
Baudry Stéphane
Bayle Emmanuel
Beaune Bruno
Benguigui Nicolas
Bernier Marjorie
Berthoin Serge
Bertone Stefano
Bieuzen François
Blain Gregory
Blandin Yannick
Boiché Julie
Bois Julien
Boisseau Nathalie
Bolz Daphné
Bootsma Reinoud
Bosquet Laurent
Bossard Cyril

Bougault Valérie
Bourbousson Jérôme
Bourbousson Marina
Boyas Sébastien
Bret Dominique
Burlot Fabrice
Busso Thierry
Cabagno Geneviève
Candau Robin
Chalabaev Aïna
Chaliès Sébastien
Cizeron Marc
Clément-Guillot Corentin
Collet Christian
Collomp Katia
Colloud Floren
Colson Serge
Connes Philippe
Cornu Christophe
Courteix Daniel
Couturier Karine
Crognier Lionel
d'Arripe-Longueville Fabienne
Dalmasso Anne
Daussin Frédéric

De Marco Giovanni
Delignières Didier
Deschamps Thibault
Doron Julie
Dubouchaud Hervé
Duche Pascale
Duclay Julien
Dugue Benoît
Durand Sylvain
Duret Pascal
Fabre Claudine
Ferrand Alain
Flore Patrice
Fontayne Paul
Forestier Nicolas
Fournier Lauren-Sébastien
Fradet Laetitia
Frère Julien
Froissart Tony
Fuchs Julien
Gal-Petitfaux Nathalie
Garnier Cyril
Gauthier Antoine
Gernigon Christophe
Girard Olivier

Gondin Julien	Messonnier Laurent	Robène Luc
Granet-Abisset Anne-Marie	Millet Guillaume	Rouard Annie
Guevel Arnaud	Montagne Gilles	Saint Martin Jean
Guilhem Gaël	Morin Jean-Benoît	Samozino Pierre
Guillot Aymeric	Mottet Denis	Sarrazin Philippe
Hautier Christophe	Mouchet Alain	Seifert Ludovic
Hauw Denis	Multon Franck	Sizorn Magali
Hintzy Frédérique	Musard Mathilde	Sonntag Albrech
Hug François	Ninot Gregory	Souchon Nicolas
Jubeau Marc	Nougier Vincent	Soulé Bastien
Jullian Agnès	Nourrit-Lucas Déborah	Tallet Jessica
Kermarrec Gilles	Olivier Isabelle	Temprado Jean-Jacques
Koechlin-Ramonatxo Christelle	Paget Elodie	Tessier Damien
Lacouture Patrick	Papin Bruno	Tétart Philippe
Lafont Lucile	Perrey Stéphane	Thomas Junius Claire
Le Meur Yann	Pialoux Vincent	Thomas-Ollivier Véronique
Le Scanff Christine	Prioux Jacques	Thon Bernard
Legrain Pascal	Pudlo Philippe	Thouvarecq Régis
Lepers Romuald	Quaine Franck	Travert Maxime
Leprêtre Pierre-Marie	Rabita Guiseppe	Trouilloud David
Lesage Thierry	Radel Rémi	Varray Alain
Lévêque Marc	Rahmani Abdel	Vassort Patrick
Loirand Gildas	Rao Guillaume	Vercher Jean-Louis
Maffiuletti Nicola	Ratel Sébastien	Viaud Baptiste
Mandin François	Réau Bertrand	Vieille-Marchiset Gilles
Martin Alain	Rebot Nancy	Vigouroux Laurent
Martin Cyril	Rech Yohanné	Vincent Joris
Martin Vincent	Recopé Michel	Vivier Christian
Martinet Guillaume	Richalet Jean Paul	Watelain Eric
Mascret Nicolas	Rix Géraldine	Zory Raphaël

Conseil d'administration de l'ACAPS

Président : Perrey Stéphane

Membres :

Ahmaidi Saïd
 Blandin Yannick
 Boisseau Nathalie
 Cabagno Geneviève
 Chalabaev Aina
 Connes Philippe
 Fontayne Paul
 Garnier Cyril
 Guillot Aymeric
 Lepers Romuald
 Mandil Cynthia
 Ruchaud François
 Souchon Nicolas
 Watelain Eric

Les Congrès de l'ACAPS

1 - Beaune	1985
2 - Rennes	1987
3 - Poitiers	1989
4 - Lille	1991
5 - Caen	1993
6 - Pointe à Pitre	1995
7 - Marseille	1997
8 - Macolin (Suisse)	1999
9 - Valence	2001
10 - Toulouse	2003
11 - Paris	2005
12 - Leuven (Belgique)	2007
13 - Lyon	2009
14 - Rennes	2011
15 - Grenoble	2013

Edito

Bienvenue à Nantes !

Cher(e)s collègues, cher(e)s ami(e)s,

Nous sommes très heureux de vous accueillir à Nantes à l'occasion du 16^{ème} congrès de l'ACAPS, qui marquera cette année le 30^{ème} anniversaire de cette Société savante.

Le programme scientifique du congrès est particulièrement riche. Après un processus de double expertise, plus de 320 communications ont été retenues augurant d'un programme varié dont le contenu constituera un état des connaissances les plus récentes issues des recherches portant sur le sport, l'activité physique et la motricité humaine.

Des conférenciers de renommée internationale, représentatifs des principales disciplines de la recherche en STAPS, nous font l'honneur de prononcer les cinq *keynotes* de ce congrès. Par ailleurs, comme le veut la tradition, ce moment est également l'occasion de mettre en avant de jeunes chercheurs à travers leurs posters et communications orales dont les meilleurs seront récompensés par les divers prix « jeunes chercheurs ».

Pour la première fois, une conférence « grand public » sera également au programme en marge du congrès de l'ACAPS. Nous espérons que cette initiative contribuera à décroquer la recherche pour la rendre accessible au plus grand nombre dans un lieu privilégié connu du public nantais.

Nous espérons enfin que ce congrès sera pour vous l'occasion de découvrir Nantes, ville historique, culturelle, scientifique et sportive.

Nous vous souhaitons un congrès scientifiquement et humainement riche, ainsi qu'un excellent séjour à Nantes et en Pays de la Loire.

Le Comité d'organisation du congrès

Nantes, septembre 2015

Laboratoire Motricité, Interactions, Performance (MIP)
Université de Nantes

Table des matières

Organisation	3
Edito 6	
Table des matières	7
Lundi 26 octobre 2015.....	26
14h – 15h	26
Conférence d'ouverture	26
Simplexité, Vicariance et Empathie : des concepts clés pour comprendre la perception, l'action et la relation avec autrui	26
15 h 15 – 16 h 45	28
Symposia	28
SYMPOSIUM N°1.....	29
Globule rouge, fer et exercice.....	29
Systems Biology of metazoan Iron Homeostasis	31
Red blood cell rheology and exercise.....	33
Sickle cell disease and iron metabolism in skeletal muscle	35
Hemochromatosis HFE gene mutations are associated with high level sport performance	37
Metabolism and performance in mice knock-out for the hemochromatosis HFE gene.....	38
Symposium N°2	40
Sprint mechanics or how force- and power-velocity relationships highlight some aspects of human locomotion.....	40
Ground reaction forces measurement and sprint performance.....	42
Sprint mechanics in world-class athletes: a new insight into the limits of human locomotion	44
A simple method for measuring power, force, velocity properties and mechanical effectiveness in sprint running	46
How 100-m event analyses improve our understanding of world-class men and women sprint performance.....	48
Symposium N°3	50
Coherence analysis between electrophysiological signals provides new insights into the mechanisms underlying control and perception of motor action	50
EEG-EEG coherence as a marker of motor learning in adults and teenagers with and without motor impairments	52
Cortico-cortical coherence elicits neurophysiological processes underlying the altered perception of action capabilities.....	54

Altered corticomuscular coherence after cervical spinal cord injury	56
Effects of fatigue on EMG-EMG coherence between agonist muscles during maximal isometric contractions in trained and untrained participants	58
The corticokinematic coherence	60
Symposium N°4	62
Charge d'entraînement, intérêts, limites, influences sur l'entraînement et la performance	62
De l'utilité de la quantification des charges d'entraînement.....	64
Exercices dissociés ou mixés : effets sur la quantification de la charge d'entraînement	66
Quantification de la charge d'entraînement chez les sprinters : exemple de quantification de saisons sportives en cyclisme sur piste.....	68
Intérêt des oscillations harmoniques amorties pour modéliser les effets de l'entraînement sur la capacité de performance du sportif.....	70
Symposium N°5	72
Au-delà de l'âge chronologique: Une approche psychosociale du fonctionnement physique lors de l'avancée en âge	72
« Se sentir plus jeune, marcher plus vite » : Etude des relations entre l'âge subjectif et l'évolution de la vitesse de marche lors de l'avancée en âge	75
« Je pense à mon grand âge donc je suis susceptible de tomber » : L'influence des stéréotypes sur des facteurs de risque de chute.....	77
L'activité physique permet-elle aux seniors de se distancier du stéréotype traditionnel qu'on leur associe ?	79
L'induction expérimentale d'une tendance au rajeunissement chez les personnes âgées dépend-elle du domaine physique vs. cognitif ?.....	81
Symposium N°6	83
Analyser l'activité humaine en contexte à partir d'approches mixtes ? Illustrations dans des situations de compétition et d'intervention en sport	83
Combining first- and third-person data: The study of real-time interpersonal coordination in an expert rowing crew	85
Rendre compte de la dynamique de l'activité d'élèves en course d'orientation : application de modèles de Markov dérivants aux données d'expérience	87
Juxtaposer des cadres théoriques différents en vue de mieux décrire l'agir : le cas du retour de service au tennis chez les joueurs experts.....	89
L'interdisciplinarité entre les approches dynamiques et situées: le cas de l'étude de l'activité d'éducateurs socio-sportifs en formation.....	91
Symposium N°7	93
Le Mixed martial arts comme objet sociologique : état des lieux et perspectives"	93

Le Mixed martial arts comme objet sociologique : état des lieux des recherches et perspectives	94
La mise en discussion du <i>Mixed martial arts</i> dans les politiques sportives en France : un terrain d'enquête difficilement accessible.....	95
Normaliens et pratiquants de <i>Mixed martial arts</i> : dissonance culturelle ou conformisme néolibéral ?	97
Exister malgré la controverse : le terroir associatif du <i>Mixed Martial Arts</i>	99
Les arts martiaux mixtes : entre entraînement de haut-niveau et destruction de soi	101
17 h 45 – 18 h 45	103
Session de communications orales	103
Session Orale N°1	104
Posture	104
Body Stance Influences the Visual Vertical Perception In Patients with Vestibular Disorders	105
Instabilité chronique de cheville et équilibre dynamique : la déstabilisation d'arrière pied, un révélateur de déficits fonctionnels	107
La fatigue musculaire électro-induite affecte les mécanismes de contrôle proactif.....	109
Influence of age and ankle plantarflexor fatigue on postural control and posture during orthostatic bipedal stance	111
Session Orale N°2	113
Testing : performance et santé	113
Précision du nomogramme de Mercier dans la prédiction de la performance en course à pied en fonction du niveau.....	114
Cardiovascular responses to eccentric cycling	116
Économie de la course à pied: validité écologique du tapis roulant.....	118
Utilisation du GPS pour évaluer les limitations à la marche de patients artériopathes claudicants : application en routine clinique pour évaluer les effets d'une revascularisation.....	120
Session orale N°3	122
Biomécanique musculaire	122
Effet du gradient de résistance isoinertielle et pneumatique sur la réponse mécanique et neuromusculaire en développé couché	123
Instabilité chronique de cheville et faiblesse des éverseurs: confrontation de l'évaluation isocinétique et d'un test fonctionnel original.....	125
Quelle est l'influence de la fréquence d'électromyostimulation sur la commande volontaire ?.....	127
Shoulder muscle contribution to the glenohumeral stability during dynamic tasks	129
Session orale N°4	131
Pathologies -condition physique	131
Effets d'un entraînement en sprints sur les aptitudes aérobie et anaérobie de sujets obèses.....	132

Effet d'un programme intermittent de haute intensité sur la perte de masse grasse abdominale chez des femmes ménopausées diabétiques de type 2.....	134
La condition physique des étudiants : une sédentarité inquiétante	136
Effets d'un programme communautaire de marche avec bâtons sur les capacités physiques des participants âgés : données préliminaires.....	138
Session orale N°5	140
Psychologie de la performance sportive	140
Trajectories of psychological states of women elite fencers during the final stages of international matches	141
Effets des évaluations cognitives pré-compétitives d'un Ultra-Marathon en Montagne sur les états de Récupération-Stress ressentis jusqu'à 28 jours après la course	143
Comparaison des dynamiques d'activité de traileurs et d'ultra-traileurs « finisseurs » et « renonceurs ».....	145
L'influence du stress sur la performance au lancer franc en basket-ball.....	147
Session orale N°6	149
Motivation en contexte scolaire et de formation	149
Identifier les prédicteurs psychologiques du temps d'enseignement et du climat motivationnel de l'EPS à l'école primaire	150
Effets de l'alternance des formes de groupement sur la perception de compétence en EPS.....	152
La motivation des étudiants STAPS première année	154
Session orale N°7	156
Etudiants, formations, qualifications	156
La santé des étudiants en soins infirmiers : relation entre la pratique physique et les déterminants sociaux de la santé.	157
Pourquoi choisissent-ils des études supérieures en filière STAPS ? 10 ans d'enquête sur la première année de licence STAPS à Brest (2006 – 2015)	159
Sport habits and the analysis of socio-economic insecurity, anomy and rituals among higher education students of the Opal Coast littoral	161
Les professionnels de l'enseignement du ski alpin : régulation d'un marché par les qualifications et conséquences organisationnelles	163
Mardi 27 Octobre 2015	165
8 h 00 – 10 h 30	165
Symposia	165
SYMPOSIUM N°8.....	166
Différentes approches du vieillissement neuro-musculocomportemental.....	166
Matière grise et contrôle de l'équilibre	168

Activité physique et processus cognitifs : aspects cérébraux et comportementaux.....	170
La différenciation des processus cognitifs et moteurs au cours du vieillissement : illustration à travers les effets de l'entraînement.....	172
The interplay between cognitive and sensorimotor systems during isometric force control: insights from dual-task.....	174
Concepts and methods to study the effect of ageing on neuro-muscular coordination.....	176
SYMPOSIUM N°9.....	178
Pluri-, Inter-, Transdisciplinarité en STAPS : Illustration autour du concept d'Écologie	178
Les trois écologies et les sciences du sport.....	181
Ecological dynamics framework and sport performance.....	183
Écologies corporelles dans les activités circassiennes : Dialogue entre approches neuro-phénoménologique et sociologique.....	185
L'expérience sportive comme médiateur des relations hommes-milieux : apport de l'écologie environnementale.....	187
Quelle place pour le concept d'écologie dans les pratiques de la pluri/interdisciplinarité en Science(s) du Sport en Europe ?.....	189
SYMPOSIUM N°10.....	191
L'innovation, vecteur de la relation entreprise / laboratoire.....	191
Sporaltec, accélérateur d'innovations pour tous les acteurs du secteur Sport & Santé en région Rhône-Alpes.	192
Liens INSEP - Entreprises dans les processus d'optimisation de la performance.....	194
Lien Université – Entreprise dans le processus d'innovation pour la prévention et la rééducation des entorses de chevilles.	195
Place des sciences du sport dans le processus d'innovation chez Décathlon.....	197
SYMPOSIUM N°11.....	199
Fatigue neuromusculaire et stratégies d'adaptation du système nerveux.....	199
Adaptations corticospinales à la fatigue et stimulation magnétique transcranienne : aspects méthodologiques.....	202
Motor adaptations to localized fatigue during a bilateral cyclic task.....	204
Effet d'un exercice unilatéral sur la fatigue neuromusculaire du membre controlatéral.....	206
Fatigue mentale et performance motrice.....	208
SYMPOSIUM N°12.....	210
Comprendre les Représentations Mentales de l'Activité Physique : L'Intérêt de Mesurer les Processus Automatiques.....	210
Retraining Approach-Avoidance Tendencies Can Increase Physical Activity Behavior.....	212

Amorçage et Prévention des Comportements à Risques sur les Domaines Skiabiles	214
Influence de la Typicité de l'Amorce et du Ratio Tour de Taille-Hanche sur la Catégorisation de Sexe	216
Association Ironique entre Valeurs de Pouvoir et Evaluations Spontanées des Personnes Obèses ..	218
Pourquoi les Personnes Handicapées ne Trouvent pas de Travail ? Une Explication en Termes de Facteurs Psychosociaux.....	220
SYMPOSIUM N°13.....	222
Handisport: approche biomécanique et physiologique de la performance d'excellence	222
Biomechanical analysis of the long jump of the paralympic world record holder	224
Analyse biomécanique du mode de propulsion synchrone versus asynchrone chez des basketteurs en fauteuil roulant lors de tests de terrain	226
Effets de la modalité de déplacement en fauteuil roulant sur la performance et les réponses physiologiques au cours d'un test de terrain chez des handi-basketteurs	228
Etude comparative de la performance, de l'indice d'endurance et de l'évolution de la lactatémie suite à des répétitions de sprint-navettes chez	230
des basketteurs et des handi-basketteurs	230
Cardiorespiratory responses of trained cerebral palsy cyclist during exhaustive severe event: a case study	232
Session Orale N°8	234
Performance.....	234
Analyse des sollicitations musculaires des membres inférieurs en tennis de table	235
Effets de la période de préparation pré-compétitive sur l'évolution du profil musculaire isocinétique des membres inférieurs de handballeurs professionnels de niveau international.....	237
Privation de sommeil lors du The North Face® Ultra Trail du Mont Blanc® 2014 (UTMB®) : effet de l'âge et de la dette de sommeil sur la somnolence en course	239
Couplage du géo-positionnement satellitaire, de l'accélérométrie, et de la mesure de la fréquence cardiaque dans la détection de différents types d'activités physiques et sédentaires	241
Effects of emotional stimuli on power output and associated surface EMG activity during repeated sprints on cycle ergometer.....	243
10 h 30 – 11 h 30	245
Conférence Invitée	245
L'autonomie du sport à l'épreuve du corps	245
14 h – 15 h	248
Conférence Invitée	248
Group synergies in team ball sport performance.....	248
15 h 15 – 16 h 30	252
Session de communications orales	252

Session Orale N°9	253
Analyse de la performance	253
An interdisciplinary research of movement and control in basketball shooting	254
Players's grip-force modulations modify deeply the tennis racket dynamic behavior under playing condition: application for ergonomics	256
Evolution des pressions plantaires au cours d'un exercice de course à pied réalisé pieds-nus ou en chaussures	258
Sprint mechanics of the pole vault World Record holder: comparison with other elite pole-vaulters and world-class sprinters	260
Mechanical alterations during interval-training treadmill runs in elite team-sport players	262
Session Orale N°10	264
Adaptations neuromusculaires	264
Effet de la modalité de contraction sur les altérations nerveuses et musculaires subséquentes à l'exercice excentrique maximal.....	265
Effect of temporal specificity of voluntary co-contractions training on Diurnal rhythmicity of maximal force and rate of force development	267
Reproductibilité intra- et inter-session du niveau d'activation cortical du muscle tibial antérieur ...	269
Effet de la longueur musculaire sur le niveau d'activation maximal volontaire des fléchisseurs plantaires chez les garçons et les hommes	271
Impact de l'obésité sur les mécanismes centraux responsables de la production de force chez l'adolescente	273
Session Orale N°11	275
Imagerie mentale, imagerie motrice	275
Selective efficacy of static and dynamic imagery in different states of physical fatigue.....	276
Evolution de la capacité d'imagerie au cours d'un entraînement mental	278
Spécificité graduelle de l'imagerie motrice.....	280
Effets de l'auto-pertinence et de la taille du stimulus sur la rotation mentale	282
Modulation circadienne des capacités d'imagerie motrice chez des patients âgés hospitalisés	284
Session Orale N°12	286
Adaptations cardiorespiratoires	286
Bioénergétique	286
Adaptations cardio-respiratoires lors du test de step de 3 minutes à cadence fixe chez des patients BPCO	287
Élimination du lactate, énergie anaérobie et MCT4 chez des rameurs entraînés	289
Le point d'inflexion de l'oxyhémoglobine musculaire est corrélé à la performance	291
Réponses physiologiques à l'exercice en altitude: intérêt de la mesure de la SpO ₂	293

Effet du moment de la journée sur la VO ₂ pic chez la souris	295
Session Orale N°13	297
Activité physique, santé, prévention.....	297
Contribution de l'automatisme à la condition physique des adolescents au-delà de l'activité physique auto-rapportée.....	298
Evolution de l'activité physique modérée et vigoureuse (MVPA) en situation réelle d'enseignement d'EPS au primaire: Déterminants individuels et environnementaux.....	300
When temptations activate higher priority goals: Evidence from mixed models in the domains of eating and physical activity	302
Étude des attitudes implicites dans le champ de l'activité physique : Propriétés de l'Implicit Association Test et du Single-Category Implicit Association Test	304
Perception de l'activité physique chez les adolescents : l'étude HELENA	306
Session Orale N°14	308
Procédures de guidage, d'évaluation, et dispositifs innovants en EPS.....	308
Procédures de guidages dans l'enseignement par situation complexe dans deux APSA contrastées (en collège en France)	309
Effets d'un dispositif TICE sur les apprentissages dans une démarche de mise en projet en Education Physique et Sportive.....	311
Analyse de l'enseignement en EPS dans trois contextes aux modalités d'évaluation sommative différentes	313
Les dispositifs didactiques et pédagogiques de développement de la pensée critique en classe d'Éducation Physique et Santé (É.P.S) selon la perception des enseignants d'É.P.S. de Sudbury (Ontario).	315
La conception de la nature et de l'importance de la pensée critique en classe d'éducation physique et sportive au Bénin selon la perspective des enseignants d'ÉPS de Porto-Novo	317
Session Orale N°15	319
Histoire et sociologie de l'enseignement de l'éducation physique.....	319
Des carrières de femmes qui enseignent l'Éducation Physique en Irlande	320
Effet de l'application du système LMD sur la compétence de gestion de classe chez les étudiants stagiaires en éducation physique.....	322
De la tutelle de l'UGSEL à la reconnaissance universitaire. La formation des enseignantes d'éducation physique de l'enseignement catholique dans les Pays de la Loire (1963-1979).....	324
Compétences pédagogiques et expertise sociale : les enseignants d'EPS dans l'espace scolaire.....	326
Programmation des APSA et pratiques extrascolaires des élèves d'un établissement d'excellence : l'EPS reproduit-elle la culture corporelle de l'élite lycéenne ?	328
17 h 30 – 18 h 45	330
Session de communications orales	330

Session Orale N°16	331
Vieillessement	331
Evolution de l'activation du cortex préfrontal au cours de la tâche exécutive n-back chez des jeunes adultes et seniors	332
Analyse de la contribution de l'information cutanée plantaire dans le contrôle postural en fonction de l'âge et de la pratique physique	334
Cognitive and sensorimotor factors associated with visual field dependence in the context of aging	336
Interaction between BDNF Polymorphism and Physical Activity on Episodic Memory in Elderly.....	338
Session Orale N°17	340
Analyse de l'activité et performance sportive	340
Évolution des caractéristiques physiologiques, neuromusculaire et de la perception de l'effort durant un match de badminton	341
Réponses physiologiques en cyclo-cross : étude préliminaire.....	343
La latéralité n'influe pas sur les données d'activité physique collectées par l'accélérométrie sur les poignets des bras dominant et non dominants.....	345
Effets de l'heure de la journée sur les performances aérobies et anaérobies des jeunes footballeurs (10-11 ans).....	347
Évaluation de l'activité physique et des effets d'un programme d'incitation à l'activité chez des personnes âgées vivant en foyer de logement	349
Session Orale N°18	351
Perception et action	351
Intérêt des informations vibrotactiles pour la régulation des actions motrices.....	352
La perception de l'effort est-elle issue des retours sensoriels ou de la décharge corollaire associée à la commande motrice ?	354
Interaction cavalier-cheval : contribution des informations sensorielles et du niveau d'expertise...	356
L'altération des caractéristiques mécaniques musculo-articulaire ne conduit pas à une modification du couplage action-perception	358
Optimisation proprioceptive cutanée de cheville : un effet différencié selon le profil sensoriel des sujets	360
Session Orale N°19	362
Biologie musculaire	362
La neuréguline1, un facteur biologique impliqué dans les adaptations à l'entraînement ?	363
Régénération musculaire, infiltrations graisseuses et effets de l'hypoactivité	365
18 ans déjà... la myostatine, une protéine « majeure » dans le remodelage du tissu musculaire squelettique	367

Influence des fluctuations métaboliques sur les voies de signalisation de l'AMPK, p38-MAPK et CaMKII dans le muscle squelettique chez l'homme	369
La perte musculaire dans la Broncho-Pneumopathie Chronique Obstructive: Développement d'un modèle murin pour comprendre.....	371
Session Orale N°20	373
Environnement psychosocial de la performance.....	373
Facteurs motivationnels associés aux mécanismes sociocognitifs d'autorégulation du dopage chez les sportifs de haut niveau.....	374
Les effets d'un dispositif de prévention antidopage centré « activité située »	376
Le sentiment d'imposture : quelles relations avec les buts d'accomplissement ? Une étude exploratoire dans le cadre de la relation entraîneur-entraîné	378
Le « Parental Involvement in Sport Questionnaire » : un test d'invariance multi-groupe pour les comportements du père vs. de la mère	380
Session Orale N°21	382
Expérience des enseignants d'EPS et formation.....	382
Circonstances de formation permettant d'améliorer la satisfaction professionnelle d'enseignants novices en EPS	383
Du ressenti à l'observation du corps vivant : étude de l'engagement professionnel des enseignants d'EPS	385
L'activité de l'enseignant d'EPS dans le cadre d'une pédagogie par compétences : étude de cas lors d'un cycle de badminton	387
Présentation d'un dispositif de formation en alternance, aménagé à partir de postulats théoriques empruntés à une théorie de la formation, et étude des retombées sur l'activité de tuteurs de stage novices et des enseignants stagiaires	389
Session Orale N°22	391
Pratiques et territoires (Sciences sociales)	391
L'insertion par le sport dans le XIX ^{ème} arrondissement de Paris. De Pluralité d'une catégorie de pensée et cohérence des pratiques	392
Le développement d'une offre de « randonnée pédestre numérique » : acteurs et réseaux.....	394
Le capital social généré par les dynamiques territoriales d'accueil de l'Euro 2016 : une approche par la théorie des réseaux sociaux	396
19 h30 – 21 h 30	398
Conférence « Grand Public »	398
Etre performant : limites et possibilités du corps humain ?"	398
Mercredi 28 octobre 2015	399
8 h 00 – 10 h 30	399
Symposia	399

SYMPOSIUM N°14.....	400
How to be better synchronized with someone	400
Improvement of socio-motor competences: influence of synchronization on improvisation capacities	402
Do we synchronize better with more physically attractive people ?.....	404
Evidence of kinematic signature and effects on interpersonal coordination in the mirror game via a Virtual Player	406
Toward social interactive Agents: A synchrony based approach of Human Robot Interactions.....	407
SYMPOSIUM N°15.....	409
Sport et Vibration.....	409
La sollicitation musculaire par vibration du corps entier (ou « whole body vibration ») : vers une proposition de recommandations d'utilisation.....	412
La vibration comme outil d'analyse des processus de contrôle sensori-moteur.....	414
Effets d'un cuissard compressif sur la fatigue neuromusculaire et le transfert vibratoire lors d'un exercice de pédalage avec vibration	416
Adding whole body vibration to preconditioning squat exercise increases subsequent cycling sprint performance	418
SYMPOSIUM N°16.....	420
L'activité physique pour mieux vieillir ?	420
Le rôle de l'activité physique dans le déclin cognitif au cours du vieillissement : quels bénéfices ? .	422
Vieillesse et performances.....	424
Longévité et mortalité de l'élite sportive	426
SYMPOSIUM N°17.....	428
Auto-régulation face à la menace : Enjeux et proposition d'articulation de différentes approches mono-disciplinaire	428
Le modèle du système de sécurité : proposition d'articulation des processus d'auto-régulation face à la menace	430
La dimension sociale de la menace : rôle modérateur du partage de la menace dans les attitudes intergroupes	432
Toutes les défaites sont-elles menaçantes ? Influence de la légitimité des performances sur les objets sociaux des émotions et les stratégies de gestion identitaires utilisées par les supporters	434
Effets des émotions sur le contrôle postural de l'enfant et de l'adulte.....	436
Buts d'accomplissement et menace du stéréotype : Conséquences sur la satisfaction des besoins et la performance en Education Physique et Sportive.....	438
SYMPOSIUM N°18.....	440
Cardiovascular disorders and physical activity	440

Exercise induces improvement of oxidative stress and inflammation in the brain and aorta of old high fat high cholesterol fed ApoE ^{-/-} mice.....	442
Quel type d'activités physiques est le plus efficace pour améliorer la fonction vasculaire des personnes obèses ?	444
Place de l'exercice dans le traitement des conséquences cardio-métaboliques du syndrome d'apnée du sommeil	446
Should we promote regular physical activity in sickle cell patients?	448
SYMPOSIUM N°19.....	450
Concevoir des aides à l'intervention dans le champ de la formation à l'enseignement : orientations dans le champ des STAPS	450
Formes et dynamiques du couplage de l'activité d'un enseignant d'EPS chevronné avec les configurations d'activité collective en classe lors d'un cycle d'escalade	453
Approche pluri dimensionnelle des acquisitions : analyse quantitative et qualitative des effets de dispositifs coopératifs et tutoriels sur la préprofessionnalisation des étudiants en STAPS.	455
Faut-il avoir expérimenté ce que l'on enseigne pour l'enseigner ? Quelques pistes pour placer la pratique physique et sportive au service de la professionnalisation des futurs enseignants d'EPS ..	457
SYMPOSIUM N°20.....	459
Arbitrage et processus émotionnels : Quelles approches scientifiques ? Quelles perspectives de formation ?	459
L'intelligence émotionnelle chez les arbitres de football	461
Arbitrage et émotions des pratiquants : des pistes de recherche encore peu explorées	463
The role of affective learning design to enhance expert performance in referees	465
Dynamique émotionnelle de l'activité de l'arbitre : une perspective enactive	467
10 h 30 – 11 h 30	469
Conférence Invitée	469
Translating fatigue to human performance.....	469
11 h 45 – 12 h 45	472
Session de communications orales	472
Séssion Orale N°23	473
Pathologies	473
Diffusion tensor imaging tractography in amyotrophic lateral sclerosis: a preliminary study	474
Comparaison des forces musculaires chez des sujets hémiparétiques et des sujets sains pendant de la marche.....	476
Étude des capacités de contrôle du mouvement chez des enfants atteints de paralysie cérébrale dans une tâche de poursuite de cible virtuelle.....	478
Gait initiation alterations in Amyotrophic Lateral Sclerosis: preliminary results	480
Session Orale N°24	482

Biomécanique musculaire	482
Supersonic Shear Imaging is a non-invasive method to early detect muscle damage	483
Relations force-vitesse et puissance-vitesse des membres inférieurs et supérieurs chez de jeunes rameurs de compétition.....	485
Le déficit bilatéral de force en flexion plantaire : fiction ou réalité ?	487
Interactions faisceaux-tendon lors de tâches mono et pluri-segmentaires	489
Session Orale N°25	491
Sommeil, rythmes, activités physiques et santé	491
Les rythmes scolaires influencent l'activité physique chez l'adolescent : l'étude HELENA	492
Caractéristiques de l'activité physique et du sommeil chez la jeune fille anorexique	494
Effet du type d'exercice physique sur la vigilance et le sommeil.....	496
Effet d'un programme de douze semaines d'activité physique sur le sommeil des étudiantes : le programme UNIVERSANTE.....	498
Session Orale N°26	500
Nutrition - Récupération	500
The relationship between blood flow and post-exercise recovery: a randomized, placebo-controlled study	501
L'ingestion de la mélatonine lors de la phase lutéale améliore les performances de courtes durées et la perception de l'effort chez des jeunes handballeuses d'élite	503
Effet d'une supplémentation en acides aminés ramifiés sur les altérations anatomiques, fonctionnelles et métaboliques associées aux dommages musculaires induits par un exercice d'électrostimulation neuromusculaire.....	505
Protéines lactières lentes et/ou rapides : quel ratio optimal en récupération pour optimiser le développement de la masse musculaire dans le cadre d'un entraînement en musculation ?.....	507
Session Orale N°27	509
Approches interdisciplinaires de la performance	509
Activité physiologique et psychologique en compétition d'escrime - Etude exploratoire	510
Indicateurs des états psychophysologiques chez des nageurs Elite en période d'affûtage	512
Interpersonal coordination learning in rowing: Joint mobilization of mechanical and phenomenological data analyses	514
La gestion temporelle du set se réorganise en fonction de l'expérience du joueur de badminton. ...	516
Session Orale N°28	518
Mouvement, langage, fonctions cognitives et perceptives	518
Comment le langage relatif au mouvement différencie les concepts d'inaction et action ?	
Conséquences sur les relations entre l'inaction et l'action et les dimensions affectives de valence et dominance.....	519

Effet de la fatigue et de la privation totale de sommeil sur la perception de la distance égocentrique	521
L'influence du jeu moteur sur le développement des compétences spatiales.....	523
Relation entre l'activité physique et la fonction cognitive chez l'adolescent : l'étude HELENA.....	525
Session Orale N°29	527
Sciences sociales : entraînements et handicaps.....	527
La culture physique au service de la constitution d'une discipline sportive compétitive à la fin du XIXe siècle : l'haltérophilie	528
Catégories sportives, athlètes handicapés et technologie	530
14 h 15 – 15 h 15	532
Conférence Invitée	532
Étudier la fatigue extrême de l'athlète permet-il de comprendre celle du patient ?.....	532
15 h 30 – 16 h 45	535
Session de communications orales	535
Session Orale N°30	536
Neurosciences.....	536
Distinction entre potentiel d'adaptabilité et adaptations effectives dans la réalisation d'une tâche motrice	537
Les effets de l'observation de soi dépendent de la performance initiale de l'apprenant	539
Integration of motion and cognition within the right cerebellum during motor execution and auditory verbal encouragement: An fMRI study	541
Age-related differences in different force control tasks	543
Prospective control of free-throw in basketball: Validation of a virtual setup and de-correlation methodology	545
Session Orale N°31	547
Réponses hormonales.....	547
Effect of age and anaerobic training on glucoregulatory hormones in response to supramaximal exercise.....	548
Dissociation de l'axe hypothalamo-hypophyso-surrénalien et du système nerveux sympathique, altération des paramètres psychologiques et performance à la suite d'une perte de poids rapide chez des haltérophiles de haut niveau	550
Effets de l'exercice maternel sur l'homéostasie du glucose et la fonction pancréatique de la descendance à l'âge de 3 semaines et 7 mois	552
Effet de l'exercice durant la gestation sur la composition corporelle, la tolérance au glucose et la gestion des substrats énergétiques de la descendance soumise à un régime gras et sucré	554
Effet du diabète de type 1 et d'un mauvais contrôle glycémique sur la cascade de l'oxygène : depuis la diffusion alvéolo-capillaire jusqu'à la respiration mitochondriale du muscle squelettique.....	556

Session Orale N°32	558
Cognition et mouvement	558
Processus d'inhibition cognitive et tâche d'initiation de pas : impact du déficit proprioceptif sur la qualité de l'exécution motrice	559
La question du coût cognitif lors de l'estimation du temps avant contact	561
Impact de l'attention sur la marche au cours du développement.....	563
Effet de la sieste sur la vigilance et les performances psychomotrices du sportif en condition de sommeil normal et de décalage horaire simulé.....	565
Effet du point de vue dans une tâche prédictive au tennis	567
Session Orale N°33	569
Suivi et optimisation de l'entraînement	569
Effect of taper with electrostimulation compared to the exponential taper on short-term exercise performances and rating of perceived exertion	570
Monitoring de la charge d'entraînement chez des rugbymen professionnels. Impact de cette charge sur l'évolution des qualités physiques et des adaptations biologiques - Étude longitudinale	572
Post-heat-acclimatisation precooling: a promising ergogen for endurance performance?	574
Effet d'un entraînement aérobie intermittent des membres inférieurs sur la performance en course en ligne chez le jeune kayakiste pré-pubère	576
Session Orale N°34	578
Biomécanique Musculaire	578
Quelle place pour les spécialistes de la motricité dans la démarche de lutte contre les troubles musculo-squelettiques ? Application industrielle	579
L'origine neurale des synergies musculaires : contribution des représentations temps-fréquence..	581
Effet de la cryothérapie par air pulsé sur la raideur musculaire	583
Caractérisation de la raideur musculaire active par élastographie Effet du genre	585
Régulations de l'excitabilité spinale associées à un déficit bilatéral de force	587
Session Orale N°35	589
Activités, apprentissages et conduites motrices des élèves	589
La visibilité des apprentissages en éducation physique et sportive	590
La construction de connaissances au cours d'expériences émotionnelles : une étude de cas en Éducation Physique	592
Influence des interventions de l'enseignant sur la construction et le partage de connaissances entre élèves au sein d'un groupe coopératif lors d'un cycle d'arts du cirque.....	594
Elaboration d'un cadre d'analyse des conduites motrices des élèves en EPS	596
Impact de la spécialisation sportive précoce et Représentation du Corps	598
Session Orale N°36	600

Risques et carrières sportives.....	600
Les déterminants du risque perçu lié à la participation d'une compétition de golf	601
Éléments sur la structuration d'un marché du travail féminin : celui des basketteuses	603
La régulation des comportements déviants en handball de haut-niveau : éléments de comparaison des cas français et roumains.	605
Anticiper la reconversion des apprentis footballeurs : un horizon inatteignable ?	607
Session de Posters	609
Lundi 26 octobre 2015.....	609
.....	16 h 45 – 17 h 45
.....	609
Mardi 27 octobre 2015	609
.....	16 h 30 – 17 h 30
.....	609
Concentration sérique de vitamine D et densité minérale osseuse chez des jeunes adultes Libanais	610
Effets de l'entraînement respiratoire par l'inhalateur de frolov sur les capacités aérobies chez des jeunes adultes sains	612
Non-invasive assessment of the sciatic nerve stiffness during human ankle motion: Intrasession repeatability	614
Influence du statut pondéral sur le trabecular bone score chez des jeunes hommes	616
La déficience en myostatine dans le muscle squelettique modifie la composition lipidique des membranes mitochondriales	618
Dépense énergétique et coordinations posturales de l'Homme sur un cheval mécanique	620
Indice de masse grasse viscérale et densité minérale osseuse chez des jeunes adultes libanais	622
Contenus musculaires en GLUT4, MCT1 et MCT4 en réponse à l'exercice d'ultra-endurance endurance en course à pied	624
Effets de l'immobilisation de courte durée sur la compréhension des mots d'action	626
Validation de l'Échelle de Motivation envers l'Activité Physique à des fins de Santé (EMAPS)	628
Effets d'une supplémentation en nitrates alimentaires sur les paramètres maximaux de force et de fatigabilité musculaire	630
Effet d'un programme d'activités physiques adaptées sur les paramètres de marche, chez des personnes âgées de plus de 65 ans sans pathologie.....	632
Effect on maximal aerobic velocity and maximal oxygen uptake of the high intensity interval training calibration in reference to time to exhaustion at 100 % of maximal aerobic velocity. Longitudinal study in high-level middle and long-distance runners.	634
Effet d'une expérience sensori-motrice sur une tâche conjointe réalisée avec un co-acteur humain et non-humain	636

Comparaison des paramètres de la performance chez les perchistes en fonction du sexe et de la catégorie.....	638
Précision du périodogramme, quelles conséquences pour l'analyse de la Variabilité de la Fréquence Cardiaque?.....	640
Effet de la fatigue de muscles extenseurs de hanche sur l'équilibre postural.....	642
La vitesse optimale comme déterminant du risque de chute : étude préliminaire.....	644
L'électrostimulation neuromusculaire à domicile améliore l'endurance et la qualité de vie des patients avec une broncho-pneumopathie chronique obstructive.....	646
L'entraînement au point de croisement des débits d'oxydation glucidique et lipidique améliore les données anthropométriques et la condition physique des femmes avec un syndrome métabolique, mais pas la qualité de vie	648
Relations entre le lancer de balle, la vitesse de nage et la force isocinétique des muscles l'épaule chez des joueuses de water-polo de haut niveau.....	650
Plus de points de puissance fait-il gagner aux karts ?.....	652
EPS à l'école primaire : discours et pratiques autour de l'éducation à la santé	654
Influence de la surcharge pondérale sur le score trabéculaire osseux chez des jeunes femmes.....	656
Relation entre concentration sérique de vitamine D et consommation maximale d'oxygène chez des jeunes femmes	658
Effets comparés de deux modes de potentialisations pliométriques (lourde et légère) sur la détente verticale chez des joueurs de volleyball	660
Effets de différents types d'efforts maximaux sur la performance chez le kayakiste : origines et applications pour l'entraînement.....	662
Effet d'une privation de sommeil sur la perception de la verticale	664
Le rôle des interactions dans l'acquisition de compétence dans deux activités contrastées : Danse et Handball	666
Intra- and inter-session reliability of running mechanics during treadmill sprints.....	668
Latence de la synchronie dans une tâche de fitness : exploration de l'influence des traits de personnalité	670
Rhythms of upper-lower limbs in front crawl swimming in relation to environment and task constraints: an exploratory study.....	672
Effets de l'apprentissage par les technologies d'information et de communications sur la performance motrice en milieu scolaire. Cas de l'enseignement du lancer de poids style d'O'Brien	674
Processus sensorimoteurs de saisie manuelle et traitement des nombres	676
Coordination posture/movement: a trade-off between reach and balance efficiency explains the inter-individual disparity	678
Effet de la focalisation attentionnelle sur la force maximale volontaire isométrique.....	680

Étude de l'oxydation des substrats énergétiques lors d'un exercice concentrique et excentrique réalisés à même puissance métabolique	682
Time-of-day and day of test effects on attention and reaction time of the Tunisian children.....	684
Impact de la nature de l'expertise sur les processus de reconnaissance de l'intensité de l'effort	686
Effet d'un entraînement en sprints sur la composition corporelle et les risques cardiométaboliques chez des patients obèses.....	688
Perceived Importance of Professional Competencies at the Entrance of the College of Kinesiologists of Ontario	690
Développement et validation du Questionnaire d'Implication dans les Buts d'Accomplissement dans le domaine des Activités Physiques et Sportives – modèle 6 buts (QIBAAPS-6).....	692
Hamstrings display different individual behaviors among 3 situations of passive stretching	694
La forêt, un stade comme un autre ? Appropriations des forêts de la Métropole Rouen Normandie par les coureurs.....	696
Effet d'une surcharge pondérale artificielle sur la transmission sensorielle corticale	698
Influence of perceptual information on social judgment: the makeup example	700
Impact des informations proprioceptives sur le processus d'inhibition cognitive mis en jeu lors d'une tâche de contrôle postural statique	702
Impact d'un programme d'entraînement physique sur le développement de la force vitesse en handball.....	704
Effet de l'expertise sur les capacités prédictives et prospectives dans des tâches de jugement et de poursuite de trajectoire de balle.....	706
Utilisation d'informations vibrotactiles pour l'estimation des temps de contact	708
La spécificité du Footeval, test maximal intermittent de terrain avec ballon, lui confère-t-elle une sensibilité à l'entraînement en pré-saison?.....	710
Stratégies d'évitement de collision en intersection.....	712
Influence of Weight Status on Hip Geometry in Lebanese Elderly Women	714
Interaction cavalier-cheval : coordinations posturales du cavalier lors de variations de fréquence du simulateur selon le niveau d'expertise	716
Évaluation isocinétique de la fatigabilité musculaire du genou: qu'en est-il de la reproductibilité intra-dynamomètre et de la compatibilité inter-dynamomètre ?.....	718
Effet des suppléments en nitrates alimentaires sur la consommation en oxygène lors de l'exercice: une revue systématique et une méta-analyse.....	720
To bridge or not to bridge the time gap : Pacing bimanual coordination with asynchronous audio-tactile events	722
La catégorisation de sexe : une dynamique d'attracteurs ?	724
L'efficacité du massage comme technique de réactivation du système sensorimoteur chez des patients âgés hospitalisés.....	726
Stepping under the influence of visual flow in newborns.....	728

Nouveau système pour l'évaluation de la performance en natation : relation entre le roulis du corps et les fluctuations de vitesse du bassin	730
Évaluation de l'efficacité d'une boisson de récupération complexe sur la performance physique et les marqueurs de dommages musculaires à la suite d'un exercice de type pliométrique	732
Relation entre habilité, estime de soi et attitudes familiales vers le sport chez les jeunes footballeurs	734
Examining The Level of Humanitarian Values of Physical Education And Sports Teaching Department Students from Different Variables	736
L'ingestion matinale de la mélatonine diminue la peroxydation lipidique et les réponses inflammatoires lors d'un effort intense	738
Effet de la privation partielle de sommeil sur l'équilibre postural chez des judokas	740
Motor-related EEG activations induced by the perception of auditory and visual rhythms	742
Effets sélectifs de la privation d'exercice sur les processus d'imagerie motrice implicite: représentation de soi versus représentation d'autrui	744
Précision du système Garmin 920 XT HRM pour l'utilisation en "routine" de l'analyse de la variabilité de fréquence cardiaque	746
Évaluation de la condition physique des adolescents de la région Ile de France : comparaison avec les normes européennes	748
Influence de l'activation spatiale de polarités sur des performances cognitives de nature mathématique : Effet de la direction du geste	750
Bouges ton corps et je te dirai comment tu te sens: Lecture de l'état émotionnel à travers la cinématique du corps	752

Lundi 26 octobre 2015

14h – 15h

Conférence d'ouverture

***Simplexité, Vicariance et Empathie : des concepts
clés pour comprendre la perception, l'action et
la relation avec autrui***

Pr. Alain Berthoz (Collège de France)

Simplexité, Vicariance et Empathie : des concepts clés pour comprendre la perception, l'action et la relation avec autrui

Alain Berthoz

Professeur Honoraire au Collège de France, Membre de l'Académie des Sciences et de l'Académie des Technologies

En face de la complexité à la fois du cerveau, du corps et du monde les organismes vivants utilisent des processus qui ne sont ni complexes ni simples mais « simplexes ». Ces processus obéissent à des principes simplificateurs qui permettent au cerveau d'accomplir des tâches en utilisant des détours qui peuvent apparaître complexes mais qui en fait augmentent l'efficacité et la rapidité. Je donnerai des exemples empruntés au domaine de la perception et de l'action, du geste et de la marche. Parmi ces principes, par exemple, l'anticipation, l'inhibition, les modèles internes, jouent un rôle majeur. De plus, je montrerai comment ces principes peuvent guider l'apprentissage mais aussi la conception de robots, par exemple humanoïdes, et des avatars dans des mondes virtuels. Enfin je proposerai qu'ils peuvent être importants pour la réhabilitation ou le rémédiation de troubles pathologiques ou accidentels des fonctions perceptives ou motrices.

Si les lois simplexes sont très générales chacun dispose de plusieurs solutions pour effectuer un acte perceptif, logique ou moteur. Cette flexibilité appelée « Vicariance » est une propriété fondamentale du cerveau humain et la diversité des stratégies possibles est un des fondements de l'apprentissage et de la réhabilitation qui est souvent négligé.

L'ensemble des propriétés de simplexité et de vicariance permet aussi l'interaction avec autrui non seulement dans la coopération sensori-motrice mais aussi pour l'échange des émotions et l'empathie.

Je décrirai en particulier la différence entre sympathie et empathie qui sont deux modes fondamentalement différents d'interaction sociale avec autrui dont les conséquences sur le plan didactique et de l'apprentissage sont cruciales.

Références

- Berthoz A. « Le sens du Mouvement » O. Jacob (1997). Trad. « The brain's Sense of movement » Harvard Univ Press.
- Berthoz A. « La décision » O. Jacob (2000). Trad. « Emotion and Reason » Oxford Univ Press.
- Berthoz A. et Patit J.L. Phénoménologie et Physiologie de l'action. O. Jacob Trad: Phenomenology and Physiology of Action Oxford Univ Press;
- Berthoz A. « La simplexité » O. Jacob (2011) . Trad : “Simplexity”. Yale University Press . “Simplessita” Codice
- Berthoz A. et Petit J.L. (Eds) « Complexité et Simplexité » Editions électroniques du Collège de France . (2014)
- Berthoz A. “ La vicariance. Le cerveau créateur de mondes ” O. Jacob (2013) Trad « La Vicarianza » Codice . « Vicariousness » Harvard Univ Press ;
- Berthoz A. et C. Debru (Eds) « L'anticipation et la prédiction ; Du geste au voyage mental » O. Jacob (2014)

Lundi 26 octobre 2015

15 h 15 – 16 h 45

Symposia

SYMPOSIUM N°1

Globule rouge, fer et exercice

(Coord. : Philippe Noirez)

Globule rouge, fer et exercice
Red blood cell, iron and exercise

Philippe Noirez¹

¹ EA 7329, UFR STAPS, Paris Descartes University, France
noirez@staps.univ-paris5.fr

Symposium general summary

Oxygen delivery to cardiac and skeletal muscles plays a critical role in endurance performance. Efficient erythropoiesis (production of hemoglobin-containing red blood cell) is required to adjust O₂ transport capacity to enhance oxygen delivery to the working muscles. Consequently, the properties that influence oxygen transport and distribution (e.g., blood rheology) during exercise are important for understanding the mechanisms for reduced/improved aerobic exercise performance. For instance, the ability of RBCs to easily flow and to deliver oxygen to tissues depends on their rheological properties: i.e., deformability and aggregability/disaggregability.

Iron is another key player of oxygen transport besides a myriad of other functions including its key involvement in bioenergetics: iron is at the active site of hemoglobin, myoglobin, and cytochromes. It is mandatory in the iron-sulfur clusters and cytochromes of the mitochondrial respiratory chain, as well as in other functions such as DNA synthesis and repair, function of the Krebs cycle (aconitase) and in heme biosynthesis (ferrochelatase) for instance. Iron is thus essential to the life of animals and it is intimately associated to physical performance. Iron excess is highly toxic by generating, through Fenton's reaction, reactive oxygen species leading to oxidation of biological molecules. Iron homeostasis relies on the control of iron efflux from duodenal enterocytes, and from macrophages after phagocytosis and degradation of senescent red blood cells and heme catabolism by heme oxygenase.

Furthermore, athletes are usually diagnosed as being deficient in iron, particularly after strenuous or repeated (training) exercise. It has been observed that expression of hepcidin, the hormone regulating the egress of iron from enterocytes and macrophages, is increased in highly trained athletes which may be responsible for the observed iron deficiency in this population. Expression of hepcidin is partially controlled by the HFE protein. The homozygous C282Y HFE mutations has been strongly associated with type I hemochromatosis, which is characterized by inappropriate low level of hepcidin and body iron overload.

No definite phenotype has been linked to HFE heterozygosity alone, either for the above mutation or for other ones such as H63D and S65C. However we recently showed that a specific phenotype (high level sport performance) was associated with a higher frequency of HFE gene mutations in a specific population: elite athletes who reach Olympic, World and European podiums.

Thus, considering the relationship between HFE and sport performance, it is of interest to evaluate its importance in the performance capacity and whether it is linked to oxygen transport, iron homeostasis, or some other unknown function.

Symposium communications:

- 1) **Jean-Marc Moulis**, Biologie des Systèmes appliquée à l'homéostasie du fer chez les animaux – Systems Biology of metazoan Iron Homeostasis
- 2) **Philippe Connes**, Red blood cell rheology and exercise
- 3) **Christophe Hourdé**, Sickle cell disease and iron metabolism in skeletal muscle
- 4) **Jean-François Toussaint**, Hemochromatosis HFE gene mutations are associated with high level sport performance
- 5) **Philippe Noirez**, Metabolism and performance in mice knock-out for the hemochromatosis HFE gene.

Systems Biology of metazoan Iron Homeostasis

Jean-Marc Moulis^{1,2,3}

¹ Laboratoire de Biologie Fondamentale et Appliquée (LBFA) - INSERM U1055 – Université Grenoble Alpes, BP 53, F-38041 Grenoble cedex 9, France,

² Environmental and Systems Biology (BEeSy) - Université Grenoble Alpes,

³ Institut de Recherches en Sciences et Technologies du Vivant – Direction des Sciences du Vivant - CEA-GRENOBLE
jean-marc.moulis@cea.fr

Background/aim

Although iron provision is needed for all animal cell types, hematopoiesis is the main demanding function, particularly because of the high synthesis rate of hemoglobin during erythropoiesis. Hematopoietic stem cells and progenitors are faced with the constant choice of deciding between self-renewal (proliferation), differentiation, and death. A seemingly analogous choice is presented to muscular cells for growth and repair. Several regulation modules participate to this choice but probably not in a fully stochastic mode. Thus, the main triggering factors engaging hematopoietic progenitors in the erythroid lineage remain ill-defined and the role of available iron appears important, although details are missing. It is therefore of importance to know how much iron is required to support growth of hematopoietic progenitors and how its availability participates to maturation of red blood cells. Similar data for other cell types, including muscular cells, are badly missing

Methods

The experiments were carried out with cellular models of hematopoietic cells (erythroleukemia cells) and with primary progenitors isolated from cord blood by immune-selection of their CD34 surface marker. Iron was manipulated in culture by use of chelators and iron-binding proteins. The cellular response was monitored by complementary techniques probing different iron-sensing systems. These techniques will be presented when needed in the talk. The data were processed within a modeling approach (to be detailed in the presentation) integrating all relevant biological information available on these cells.

Results

The intracellular iron concentration triggering iron-centered regulatory pathways is largely smaller than previous determinations of labile iron: we named it *functional iron concentration* (FIC)¹. In all studied cells, including hematopoietic progenitors, the FIC and its supply via transferrin influence amplification of progenitors and their commitment into specific lineages. Formalizing the known behavior of this biological network with Signal Temporal Logic (STL) tools highlights previously unsuspected features of hematopoietic progenitors² which will have to be integrated in further analysis of these cells and others derived thereof.

Conclusions

These data shed new light on basic aspects of cellular iron homeostasis with direct consequences in normal and pathological conditions, including iron restricted erythropoiesis or cancer induced anemia. The relevance of the results in the context of strenuous exercise, for which almost nothing is known in this domain, will be presented in this overview

References

Pourcelot, E., Lénon, M., Mobilia, N., Cahn, J.Y., Arnaud, J., Fanchon, E., Moulis, * J.M. & Mossuz, P. (2015). Iron for proliferation of cell lines and hematopoietic progenitors: Nailing down the intracellular functional iron concentration. *Biochim Biophys Acta*. 1853, 1596-1605; doi:

10.1016/j.bbamcr.2015.03.009.

Mobilia, N., Donze, A., Moulis, J.M. & Fanchon,* E. (2012). A Model of the Cellular Iron Homeostasis Network Using Semi-Formal Methods for Parameter Space Exploration. *Electronic Proceedings in Theoretical Computer Science* 92, pp. 42–57 (Ezio Bartocci and Luca Bortolussi, Eds). <http://dx.doi.org/10.4204/EPTCS.92.4>.

Red blood cell rheology and exercise

Philippe Connes^{2,5,6}

¹Laboratory CRIS EA647, Team “Vascular Biology and Red Blood Cell”, University of Lyon 1, Lyon, France

²Institut Universitaire de France, Paris, France

³Labex GR-Ex “The Red Blood Cell: from genesis to death”, Paris, France
pconnes@yahoo.fr / philippe.connes@univ-lyon1.fr

Introduction

During states of increased energetic demand, a continuous rise in the rate of oxygen delivery and utilization may be observed until, at least in moderate-to-heavy intensity efforts, aerobic metabolism completely supplies the required energy cost. Consequently, the properties that influence oxygen transport and distribution (e.g., blood rheology) during exercise are important for understanding the mechanisms for reduced/improved aerobic exercise performance.

Blood viscosity and its determinant

Blood viscosity is an important determinant of local flow characteristics which exhibits shear thinning behavior: it decreases exponentially with increasing shear rates. Therefore, no single viscosity value exists to characterize blood viscosity, it should rather be expressed as a function of shear rate, which mainly depends on the blood flow rate and the vessel radius. In addition, blood has visco-elastic and thixotropic properties also affecting local hemodynamics. The relative contribution of RBCs (the most significant cellular element) is represented by the hematocrit (Hct) value. A rise in Hct increases blood viscosity at all shear rates but the most significant effect is observed at low shear rate, like in veins and venules (Baskurt & Meiselman, 2003).

The shear thinning characteristics of blood is determined primarily by the mechanical properties of circulating erythrocytes. There are two unique RBC characteristics that are primarily responsible for this non-Newtonian behavior. At high shear rates (characterized by high shear forces), RBCs undergo an extensive passive shape change (RBC deformability) forcing them to align parallel with laminar flow streamlines. As a consequence, blood viscosity and the internal resistance of blood to flow decreases (Baskurt & Meiselman, 2003). At low flow rates and under low shear forces, RBCs have a biconcave disc shape and they lose their parallel orientation with the flow streamlines (Baskurt & Meiselman, 2003). In addition, RBCs tend to form aggregates at low shear rates contributing to the observed exponential increase in blood viscosity. This unique process requires low energy and is reversible: RBC aggregates may disaggregate, at least partly, in vascular regions where shear rate is high, such as in arteries, arterioles or capillaries (Baskurt & Meiselman, 2003).

Blood viscosity and exercise

Exercise usually causes a rise in Hct, which results in an increase of blood viscosity. An excessive increase in blood viscosity was proposed to be potentially dangerous for the cardiovascular system because it is suspected to increase vascular resistance and increase the post-load work of the heart. However, blood vessels are not rigid tubes and their diameter may react and adjust in relation to the instantaneous hemorheological state. Experimental results demonstrated that increased blood viscosity may, in fact, decrease vascular resistance and increase tissue perfusion (Martini et al., 2005) because the resulting increased wall shear stress may stimulate nitric oxide (NO) production by endothelial cells to create a vasodilatory compensation. We (Connes et al., 2012) recently reported 1) a positive correlation between the increase in blood viscosity and the increase in NO production during exercise; 2) a negative correlation between the increase in NO production and the decrease in vascular hindrance; 3) a negative correlation between the increase in blood viscosity and the decrease in systemic vascular resistance. These findings suggest that a marked rise in blood viscosity during exercise could be necessary for NO production and adequate vasodilation. We suspect that greater vasodilation could be beneficial for improving peripheral blood distribution and

thus allowing for optimal aerobic performance during exercise.

Red blood cell and exercise

RBC deformability has major impacts on microcirculation, as well as on flow dynamics in large arteries. The effects of acute exercise on RBC deformability have been examined in several studies, with most reporting a decrease (Connes et al., 2013). This decrease may contribute to the rise in blood viscosity during exercise. Several factors have been suspected to be involved in this reduction, such as lactate and hydrogen ion accumulation within RBCs (Connes et al., 2013) and oxidative stress (Yalcin et al., 2003). In contrast, few studies observed RBC deformability improvement during acute exercise (Simmonds et al., 2013). Although very few studies investigated the effects of NO on RBC deformability during exercise, Suhr et al. (2011) suggested that changes in the RBC eNO-synthase (RBC-NOS) activity could positively regulate this hemorheological property. Increased shear stress occurring with exercise is probably the main stimulus of RBC-NOS activation, causing S-nitrosylation of the α - and β -spectrins and RBC deformability improvement (Simmonds et al., 2014).

Last decade also demonstrated the key role of the RBC on the vascular function, and notably at the microcirculatory level. When oxygen is released from hemoglobin, RBCs are able to “sense” hypoxia and release ATP and NO into the microcirculation, causing vasodilation (Simmonds et al., 2014). This hypoxic vasodilation has been shown to play a key role in flow dynamics adjustment during exercise, which participates to exercise performance (Gonzalez-Alonso, 2012; Simmonds et al., 2014).

Conclusion

Although, exercise performance depends on several factors (central, pulmonary, cardiovascular and peripheral), the contribution of RBC in oxygen transport capacity, oxygen delivery, tissue perfusion and exercise capacity should not be underestimated.

References

- Baskurt, O.K. & Meiselman, H.J. (2003). *Blood rheology and hemodynamics*. Seminars in thrombosis and hemostasis, 29: 435-450.
- Connes, P., Pichon, A., Hardy-Dessources, M.D., Waltz, X., Lamarre, Y., Simmonds, M.J. & Tripette, J. (2012). *Blood viscosity and hemodynamics during exercise*. Clinical hemorheology and microcirculation, 51: 101-109.
- Connes, P., Simmonds, M.J., Brun, J.F. & Baskurt, O.K. (2013). *Exercise hemorheology: classical data, recent findings and unresolved issues*. Clinical hemorheology and microcirculation, 53: 187-199.
- Gonzalez-Alonso, J. (2012). *ATP as a mediator of erythrocyte-dependent regulation of skeletal muscle blood flow and oxygen delivery in humans*. The Journal of physiology, 590: 5001-5013.
- Martini, J., Carpentier, B., Negrete, A.C., Frangos, J.A. & Intaglietta, M. (2005). *Paradoxical hypotension following increased hematocrit and blood viscosity*. American journal of physiology Heart and circulatory physiology, 289: H2136-2143.
- Simmonds, M.J., Connes, P. & Sabapathy, S. (2013). *Exercise-induced blood lactate increase does not change red blood cell deformability in cyclists*. PloS one, 8: e71219.
- Simmonds, M.J., Detterich, J.A. & Connes, P. (2014). *Nitric oxide, vasodilation and the red blood cell*. Biorheology, 51: 121-134.
- Suhr, F., Brenig, J., Muller, R., Behrens, H., Bloch, W. & Grau, M. (2012). *Moderate exercise promotes human RBC-NOS activity, NO production and deformability through Akt kinase pathway*. PloS one, 7: e45982.
- Yalcin, O., Erman, A., Muratli, S., Bor-Kucukatay, M. & Baskurt, O.K. (2003). *Time course of hemorheological alterations after heavy anaerobic exercise in untrained human subjects*. Journal of applied physiology, 94: 997-1002.

Sickle cell disease and iron metabolism in skeletal muscle

Bexon Clémence¹, Ravelojaona Marion³, Vincent Lucile¹, Féasson Léonard²⁻³, Messonnier Laurent¹, Hourdé Christophe¹

¹ Laboratory of Exercise Physiology EA4338, Savoie Mont Blanc University, Chambéry

² Myology Unit – Rhône-Alpes Reference Center for Rares Neuromuscular Diseases – CHU of Saint Etienne, Saint Etienne

³ Jean Monnet University, Laboratory of Exercise Physiology EA4338, Saint Etienne
christophe.hourde@univ-smb.fr

Background

Sickle cell disease (SCD) is a hemoglobinopathy which is due to a mutation in the gene encoding β -globin leading to synthesis of abnormal hemoglobin: HbS. The first clinical manifestation of the disease is severe hemolytic anemia. Sickled red blood cells also display a loss of deformability and an abnormal adhesion to the endothelium that favor the entrapment of erythrocytes in the microvasculature, resulting in vasoocclusive crisis (Serjeant, 1992) and infarction of vital organs. Resolution of vaso-occlusive episodes amplifies inflammation (Gute et al., 1998; Carden et al., 2000; Nath et al., 2005; Eltzschig & Eckle, 2011) and oxidative stress (Carden et al., 2000; Chirico & Pialoux, 2012) that contribute to the pathophysiology of SCD. We know that hepcidin production is increased by the inflammation, and is decreased by the hypoxia and anemia. Hepcidin is the hormone that allows adapting the uptake and the cellular localization of the iron needs. So it is likely to observe a disturbance of iron metabolism in SCD patients. The iron metabolism function in the skeletal muscle is not clearly known. The Aim of our study is to determine if SCD (without blood transfusion) induces iron metabolism disturbances in skeletal muscle and if there are correlations with muscular disturbance.

Methods

48 sedentary Cameroonian volunteer men and women participated in the study. They were assigned to one of six groups according to their hemoglobin status and sex (men: healthy control subjects, n = 8; sickle cell trait carriers, n = 8; and SCA patients, n = 8 women: healthy control subjects, n = 8; sickle cell trait carriers, n = 8; and SCA patients, n = 8) and underwent muscle biopsy of the vastus lateralis. Part of the biopsy sample was mounted in Cryomount (Histolab, Göteborg, Sweden), then frozen in isopentane, and finally stored in liquid nitrogen until histochemical and immunohistochemical analyses were performed on 10- μ m thick serial cryostat transverse sections. For morphometric analysis of microvasculature, capillaries were identified with CD31 antibody (Dako, Glostrup, Denmark), which recognizes platelet endothelial cell adhesion molecule 1, expressed by vascular endothelial cells. Capillary wall thickness was measured with hemalum-eosin-safran staining.

Part of the biopsy sample was used for RT-qPCR. RNA extractions were performed using trizol according to the manufacturer protocol (Life technology). Reverse transcription was done on 1 μ g of total RNA using random hexamers. The qPCR was run in duplicate on a LightCycler 1536 Real-Time PCR System (Roche, Meylan, France). The qPCR cycling conditions were 94°C for 5 min, followed by 40 cycles at 95°C for 15 s and 60°C for 20 s and 72°C for 20 s. GAPDH, GUS, HPRT1 and PO were used as controls and geNorm was used for normalization of qPCR data.

Results

Transcription levels from genes involved in iron metabolism were altered by SCD (selected results in arbitrary unit, geometric mean \pm error type: HFE 17.3 \pm 9.8 vs 85.6 \pm 47.0, p=0.019; ALAS2 27.6 \pm 9 vs 2114.4 \pm 673.6; p=0.000; ABCG2 73.6 \pm 14.4 vs 146.3 \pm 23.7; p=0.000; respectively cont vs SCD). The iron metabolism disturbance was not correlated to a local inflammation (no significant change in NF- κ B1 and RELA mRNA; no presence of inflammatory cells in eosin-hematoxylin staining) or hypoxia (no significant change in HIF1 α or ARNT) but was concomitant with microvessel disorders and mitochondrial alteration (Ravelojaona M. et al. 2015).

Conclusions

Our data show that patients with SCD have disturbances of iron metabolism in the skeletal muscle. The link with muscle dysfunction remains unclear.

References

- Carden, D.L. & Granger, D.N. (2000). Pathophysiology of ischaemia-reperfusion injury. *J Pathol*, 190:255-266.
- Chirico, E.N. & Pialoux, V. (2012). Role of oxidative stress in the pathogenesis of sickle cell disease. *IUBMB Life*, 64:72-80.
- Eltzschig, H.K. & Eckle, T. (2011). Ischemia and reperfusion: from mechanism to translation. *Nat Med*, 17:1391-1401.
- Gute, D.C., Ishida, T., Yarimizu, K. & Korthuis, R.J. (1998). Inflammatory responses to ischemia and reperfusion in skeletal muscle. *Mol Cell Biochem*, 179:169-187.
- Nath, K.A., Grande, J.P., Croatt, A.J., Frank, E., Caplice, N.M., Hebbel, R.P. & Katusic, Z.S. (2005). Transgenic sickle mice are markedly sensitive to renal ischemia-reperfusion injury. *Am J Pathol*, 166:963-972.
- Serjeant, G. (1992). *Sickle Cell Disease*. ed 2. Oxford, Oxford University Press.
- Ravelojaona M, Féasson L, Oyono-Enguélé S, Vincent L, Djoubairou B, Ewa'Sama Essoué C, Messonnier LA. Evidence for a profound remodeling of skeletal muscle and its microvasculature in sickle cell anemia. *Am J Pathol*. 2015 May;185(5):1448-56.

Hemochromatosis HFE gene mutations are associated with high level sport performance

Jean-François Toussaint^{1,2,3,4}, Gerard Dine⁵, Philippe Noirez^{1,2,3}, Olivier Hermine^{1,2,3,6}

¹ IRMES - Institute for Research in bioMedecine and Epidemiology of Sport, Paris, France

² GR-Ex, Paris Descartes University, Sorbonne Paris Cité, Paris, France

³ Paris Descartes University, Sorbonne Paris Cité, Paris, France, ⁴ CIMS, Hôtel-Dieu, APHP, Paris, France

⁵ Biotechnology Institute of Troyes, IBT, Troyes, France

⁶ CNRS UMR 8147, Necker Hospital, AP-HP, Paris, France
irmes@insep.fr

Background/aim

Iron is essential for erythropoiesis, muscle metabolism and heart function. Optimal regulation of iron metabolism, in part controlled by the *HFE* gene, is required for athletic performance (Chicharro et coll., 2004). Homozygous mutations of *HFE* lead to hemochromatosis. Here we aimed to determine whether heterozygous *HFE* mutations confer a genetic advantage in highly energetic sports.

Methods

We assessed *HFE* mutation frequency (H63D, C282Y, S65C) in elite members of French teams [Nordic skiing (n=77), rowing (n=18) and judo (n=34)]. Petanque players at the international level [petanque (n=41)] were chosen as an elite control group without high energy requirements. These groups were compared to 219 control subjects matched by age, gender and geographical origin. Blood samples were tested for red blood cell and iron parameters.

Results

The frequency of *HFE* mutations in elite athletes in aerobic sports is twice as high as in those of lower energy sport and of control subjects (respectively 41% vs 27%; p<0.01). For the best athletes with Olympic, World or European medals, *HFE* mutation frequency is 12 fold higher (Odd ratio = 12.0 [5.0 ; 29.3], X₂=30.9, p<0.0001). Relevant red blood cell and iron parameters (hemoglobin, hematocrit, reticulocytes, mean corpuscular volume, red blood cells, ferritin) of all athletes are higher than those of the control group (p<0.001). There is a link between *HFE* mutation and serum iron in aerobic sports (p<0.05).

Conclusions

HFE mutations are favourable to high level performance in French team athletes in aerobic sports (Hermine et coll., 2015).

References

- Chicharro, J.L., Hoyos, J., Gómez-Gallego, F., Villa, J.G., Bandrés, F., Celaya, P., Jiménez, F., Alonso, J.M., Córdova, A. & Lucia, A. (2004). Mutations in the hereditary haemochromatosis gene HFE in professional endurance athletes. *British journal of sports medicine* 38:418–421.
- Hermine, O., Dine, G., Genty, V., Marquet, L.A., Fumagalli, G., Tafflet, M., Van Lierde, F., Rousseaux-Blanchi, M.P., Palierne, C., Lapostolle, J.C., Cervetti, J.P., Frey, A., Jouven, X., Noirez, P. & Toussaint, J.F. (2015). Eighty percent of French sport winners in Olympic, World and Europeans competitions present mutations in the hemochromatosis HFE gene. *Blood, soumis*.

Metabolism and performance in mice knock-out for the hemochromatosis HFE gene

Philippe Noirez^{1,2,3}, Thomasson, Rémi^{1,2,3}, Djemai Haidar^{1,2,3}, Desgorces François^{1,2,3}, Karim Zoubida⁴, Denis Raphaël⁵, Jean-François Toussaint^{1,2,3,6}

¹ IRMES - Institute for Research in bioMedecine and Epidemiology of Sport, Paris, France

² GR-Ex, Paris Descartes University, Sorbonne Paris Cité, Paris, France

³ EA 7329, Paris Descartes University, Sorbonne Paris Cité, Paris, France

⁴ INSERM UMR 1149, Paris, France

⁵ BFA, Paris Diderot University, Sorbonne Paris Cité, Paris, France

⁶ CIMS, Hôtel-Dieu, APHP, Paris, France

noirez@staps.univ-paris5.fr

Background/aim

Iron, used by the body to transport oxygen and produce energy, is essential in performance. However, athletes are usually diagnosed as being deficient in iron. Expression of hepcidin, the inhibitor of iron intestinal absorption, is partially controlled by HFE protein. Homozygous mutations of *HFE* gene lead to hemochromatosis, characterized by iron overload. In elite athletes, HFE heterozygous mutation frequency is almost doubled compared to the population (Hermine et coll., 2015). This mutation could favor performance. In this study, our objective is to estimate phenotypic differences between knock-out (KO) and wild type (WT) mice for *HFE* gene.

Methods

24 male sedentary mice of 6 months old (young, 4 KO and 6 WT) and 20 months old (old, 5 KO and 9 WT) were measured regularly by magnetic resonance (Bruker, Germany) for their lean and fat mass. Mice were analyzed during 72h for the following parameters: energy expenditure (EE), O₂ consumption (VO₂), CO₂ production (VCO₂), respiratory exchange ratio (RER = VCO₂/VO₂), food intake and ambulatory activity, using calorimetric cages (Phenomaster, TSE, Germany) (Noirez et coll., 2015). Their weight and body mass composition were measured. EE, VO₂, VCO₂ and food intake were related to their lean body mass. Mice were fasted and the evolution of their blood glucose level was assessed during intraperitoneal insulin (ITT) and glucose (IPGTT) tolerance test. Measurement of blood metabolic markers was also performed. Performance evaluation of each mouse proceeded on a one-way-treadmill equipped with calorimetric system (Phenomaster, TSE, Germany). Protocols were set up with 7 days of recovery. The first protocol consisted in increasing the speed by 1 cm.s⁻¹ every 15s; VO₂ peak was determined as the highest value of VO₂ reached over 15s. The second protocol was carried out to 75% of their best speed reached during the previous test (Vmax). Transverse serial sections of young soleus muscles (10 μm) were obtained at -20°C using a cryostat microtome. Cross-sections were stained with a rabbit anti-laminin antibody (Z0097, Dako) to determine the muscle fiber minimal Feret diameter and with a mouse anti-MyHC II/IIx/IIa (NCL-MHCf, Novocastra; SC71, DSHB; 6H1, DSHB) to quantify myosin heavy chain (MyHC) isoform expression by immunofluorescence. All muscles image were made by using a motorised Zeiss microscope. Images analyses were performed with computer image software (Image J).

Results

KO mice had a body weight (g) significantly higher (31±3.3 vs 28.5±3.3; p<0.05). Lean mass (g) was significantly more important both in young (22.3±0.4 vs 18.9±0.8; p<0.001) and in old (22.7±2.6 vs 20.2±0.8; p=0.01) KO mice. Their fat mass was also significantly reduced in both groups.

In young mice, there was no difference in food intake. At night, KO mice had an ambulatory activity significantly more important (p<0.05). RER of KO mice was significantly higher than WT

during the second half of the night ($p<0.05$). KO mice had a significant less EE than WT during daylight ($p<0.05$). VO_2 and VCO_2 were significantly lower in KO mice during daylight ($p<0.05$). After 18h fasting, blood glucose level was significantly lower in KO group ($p<0.01$). There was no difference in ITT. IPGTT induced a greater augmentation of blood glucose level in KO group during the 10min following the injection ($p<0.05$). Blood analysis indicated that non-esterified fatty acids and triglycerids concentrations were significantly lower in KO mice ($p<0.05$).

Results of the first exercise protocol indicated that VO_2 peak relative to lean mass ($ml.h^{-1}.g^{-1}$) was significantly reduced in KO mice. RER peak was lower in old (0.85 ± 0.04) than in young (0.96 ± 0.06) mice ($p<0.001$). The results of the second protocol were similar to those of the first one with regards to the RER peak and RER mean. During the second protocol, the time (sec) of race and the run distance (m) observed for WT were significantly higher than those of the KO mice (1634 ± 1108 vs 978 ± 667 ; $p=0.05$ and 504 ± 316 vs 306 ± 187 ; $p<0.05$ respectively).

Muscle mass is both increased in soleus and gastrocnemius in young KO mice. Analyzing soleus fiber size confirmed these first observations: there was a shift to greater size in fiber distribution in KO mice.

Conclusions

Their larger size and eventual greater proportion of muscle mass may confer to KO mice (HFE^{-/-}) a selective advantage to the performance. Post-exercise, RER in young KO was lower than in young WT suggesting improved recovery capacities and that could be related to differences in body composition.

References

- Noirez, P., Thomasson, R., Bamberg, C., Djemai, H., Desgorces, F., Karim, Z., Luquet, S., Magnan, C., Toussaint, J.-F., & Denis, R.G. (2014). P052: Métabolisme énergétique, performance et récupération post-exercice dans un modèle murin (HFE^{-/-}) de surcharge en fer. *Nutrition Clinique et Métabolisme 28, Supplement 1*, S95.
- Hermine, O., Dine, G., Genty, V., Marquet, L.A., Fumagalli, G., Tafflet, M., Van Lierde, F., Rousseaux-Blanchi, M.P., Palierne, C., Lapostolle, J.C., Cervetti, J.P., Frey, A., Jouven, X., Noirez, P. & Toussaint, J.F. (2015). Eighty percent of French sport winners in Olympic, World and Europeans competitions present mutations in the hemochromatosis HFE gene. *Blood soumis*.

Symposium N°2

Sprint mechanics or how force- and power-velocity relationships highlight some aspects of human locomotion

(Coord. : Jean Slawinski)

Sprint mechanics or how force- and power-velocity relationships highlight some aspects of human locomotion

Jean Slawinski

CeSERM – EA 2931, UFRSTAPS, Université de Paris Ouest Nanterre la Défense, France

Résumé

Sprint acceleration is a key physical feature in many sports. Studying the mechanical determinants of sprint performance is limited by subjects' very high running speeds, and thus attempts have been made since the 1980's to measure ground reaction forces (GRF) with instrumented treadmills. The main drawback of existing devices was that only the vertical component of the GRF was measured, and considered. A new type of sprint instrumented treadmill allowed to measure the horizontal component of the GRF, and to introduce the concept of "ratio of force" (RF), index of the effectiveness of force application during each step of the acceleration. However, while this innovation allowed showing the close link between sprint performance and this sprint effectiveness parameter, the limited speed reached in such treadmill condition prevents real and definitive insights into the human determinants of sprint acceleration. Thus, in the second study, the authors had the unique opportunity to study for the first time these determinants in 9 high-level sprinters, including 4 world-class athletes, and in field condition. A single virtual 40-m sprint was reconstructed and kinetics parameters were calculated for each step using in series force platform system and video analyses. The results allow a better understanding of the mechanics of the sprint acceleration by modeling the relationships between the main mechanical key variables of the sprint (force, power, and the ratio of force) and the forward velocity during the entire acceleration over the track. Nevertheless, the protocol used in these studies was not convenient for field use by sport practitioners and clinicians since it requires rare and costly measurement's tools. Thus, the third study aimed at proposing and validating a simple field method to determine both these individual force- and power-velocity relationships and the mechanical effectiveness in sprint running. On the basis of simple split times, this method models the ground reaction force over sprint acceleration using a macroscopic inverse dynamic approach. Finally the last study aimed at applying this simple method to the 100-m split times provided by the International Association of Athletics Federations since the 1987 World Championships in Rome. One hundred 100-m international races were analysed and allowed to explore, for the first time, the mechanical outputs over an entire 100-m sprint in the world's best sprinters of all time. This yields interesting insights into the mechanical determinants and limits of the speed capabilities of human bipedal locomotion, and notably helps to better understand the difference in mechanical capabilities and sprint performances between men and women.

Liste des communications associées au symposium :

- 1- Ground reaction forces measurement and sprint performance : Jean-Benoit Morin
- 2- Sprint mechanics in world-class athletes: a new insight into the limits of human locomotion: Giuseppe Rabita
- 3- A simple method for measuring power, force, velocity properties and mechanical effectiveness in sprint running: Pierre Samozino
- 4- How 100-m event analyses improve our understanding of world-class men and women sprint performance : Jean Slawinski

Ground reaction forces measurement and sprint performance

Jean-Benoit Morin¹, Pascal Edouard² & Pierre Samozino³

¹Laboratoire « Motricité Humaine, Education Sport Santé » (EA 6312), Université de Nice

²Laboratoire de Physiologie de l'Exercice (EA 4338), Université de Saint-Etienne

³Laboratoire de Physiologie de l'Exercice (EA 4338), Université Savoie Mont Blanc

jean-benoit.morin@unice.fr

Introduction, review of literature

Sprint running is a key physical feature in many sports, and a direct (track and field events) or indirect (e.g. soccer, rugby or bobsleigh) determinant of athletic performance. It is therefore the focus of specific studies, and training programmes and exercises. It is also seriously considered as a direct factor of muscle injuries. For these reasons, a better understanding of the mechanics of sprinting will help better design training exercises, and injury prevention and/or rehabilitation strategies. Sprint is an all-out ballistic activity that makes the human body move at 10 to 12 m.s⁻¹ in few seconds (6-7s), which makes any direct biomechanical measurement rather challenging.

In addition to the widely used cycle ergometers, sprint treadmills were developed in the late 1980s and 1990s to measure propulsive power (Lakomy, 1987). This had the obvious advantage of being more realistic than cycle ergometers in assessing the physical capacities, i.e. the athletic performance and muscular function of athletes. These kinds of devices have been improved in the 2000's with studies led by P. Weyand et al. (2000, 2010), but the main drawbacks of hitherto existing technologies were as follows. First, force and velocity mechanical outputs were not measured at the same location (along the tether system by force transducers, and at the foot, respectively), and the force along the tether which attached subjects to a fix point behind them did not correspond exactly to the one produced at the foot (i.e. where velocity is measured) (Chelly and Denis, 2001; Lakomy, 1987). Second, although modern instrumented treadmills allowed the achievement of top speeds similar to those reached overground, and recording both ground reaction forces (GRF) and belt velocity at high sampling rates, only the vertical, but not the horizontal, component of the GRF can be computed. (Clark and Weyand, 2014; Weyand et al., 2000; 2010). Finally, these treadmills only allow subjects to use 'flying starts' when dropping onto the rolling treadmill and not typical sprint accelerations from a null velocity and a crouched position.

New technology, experimental protocols and main results

With the aim of improving the study of sprinting mechanics and performance, a new motorised instrumented sprint treadmill was developed at the University of Saint-Etienne, France. This treadmill (ADAL3WR, HEF-Tecmachine, Andrézieux-Bouthéon, France, Figure 1), allowed us to accurately measure 3D GRF during sprinting, with subjects starting from a null-velocity, crouched position (full details in Morin et al., 2010). These measurements allowed us to introduce the concept of mechanical effectiveness of GRF application. This effectiveness, initially described in pedaling mechanics (Ericson and Nisell, 1988) is quantified through the rate of decrease in the ratio of the net horizontal component to the resultant GRF: $RF = F_H \cdot F_{TOT}^{-1}$ with increasing speed at each step (Morin et al., 2011). The linear decrease in RF with increasing speed is quantified with the slope of the RF -speed relationship (D_{RF} index). In a first study (Morin et al., 2011), 12 sportsmen including 2 sub-elite level sprinters performed 6-s treadmill sprints and one 100-m sprint on a track, either 30min before or after the treadmill sprints. Basically, we found that F_H , and D_{RF} were significantly correlated to sprint performance, whereas F_{TOT} was not. These results were then clearly confirmed in a second study (Morin et al., 2012), that included 9 other sportsmen, 3 highly-trained sprinters, and a world-class individual (9.92 s on the 100-m): F_{TOT} for the elite athlete was close to that of the other sprinters and only 14.2% higher than the average of the non-specialists, whereas his D_{RF} , and thus his F_H were clearly higher than those of the other sprinters (43 and 12%, respectively) and the non-specialists (95 and 22%). Furthermore, as shown in Figure 1, the difference in RF was higher at higher speeds between the three populations studied, showing that the best athletes are those who are able to apply more F_H (by orienting their F_{TOT} more horizontally) especially at high speeds.

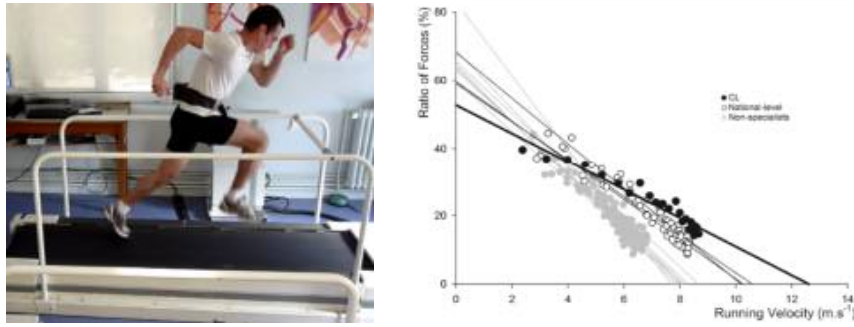


Figure 1. Left: the instrumented sprint treadmill. Right: RF -velocity linear relationship of an international level athlete (CL; black circles), three national-level athletes (white circles) and non-specialists (grey circles).

Discussion

These results clearly and consistently showed that sprint performance was related more to the effectiveness of resultant force application/orientation onto the ground (D_{RF} , “technical” capability), and less to the amount of resultant force produced (F_{TOT} , “physical” capability). Furthermore, as shown in Figure 1, the difference in RF (effectiveness) between these three populations was greater at faster speeds: sub-elite and world-class athletes produced more F_H relative to F_{TOT} than non-specialists at faster speeds (right part of the graph) than at lower speeds (left part of the graph). A possible explanation is that producing a greater F_H , especially at fast velocities (*i.e.* when the body is in a vertical posture), results from the action of hip extensors. Preliminary results of a new study (publication in progress) show that during a sprint acceleration, the subjects who produced both the highest torque values with the hamstring muscles when tested in isokinetic eccentric mode and the highest hamstring muscle activity at the end of the swing phase, *i.e.* just before foot strike were also able to produce the highest amounts of F_H . These results open interesting perspectives towards both acceleration performance and injury prevention, which are crucial in athletics and team sports. However, the main limitation of these studies was that sprints were performed on a treadmill, which might lead to differences in kinetics with overground sprinting.

References

- Chelly, S. & Denis, C. (2001). Leg power and hopping stiffness: relationship with sprint running performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33, 326-333.
- Clark, K. & Weyand, P. (2014). Are running speeds maximized with simple-spring stance mechanics? *Journal of Applied Physiology*, 117(6), 604-615
- Ericson, M. & Nisell, R. (1988). Efficiency of pedal forces during ergometer cycling. *International Journal of Sports Medicine*, 9, 118-122.
- Lakomy, H. (1987) The use of a non-motorized treadmill for analysing sprint performance. *Ergonomics*, 30, 627-637.
- Morin, JB., Edouard, P. & Samozino, P. (2011). Technical ability of force application as a determinant factor of sprint performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 43, 1680-1688.
- Morin, JB., Bourdin, M., Edouard, P., Peyrot, N., Samozino, P. & Lacour, JR. (2012). Mechanical determinants of 100-m sprint running performance. *Eur J Appl Physiol*, 112, 3921-3930.
- Morin, JB., Samozino, P., Bonnefoy, R., Edouard, P. & Belli, A. (2010). Direct measurement of power during one single sprint on treadmill. *Journal of Biomechanics*, 43, 1970-1975.
- Weyand, P., Sandell, R., Prime, D. & Bundle, M. (2010). The biological limits to running speed are imposed from the ground up. *Journal of Applied Physiology*, 108, 950-961.
- Weyand, P., Sternlight, D., Bellizzi, M. & Wright, S. (2000). Faster top running speeds are achieved with greater ground forces not more rapid leg movements. *J Appl Physiol*, 89, 1991-99.

Sprint mechanics in world-class athletes: a new insight into the limits of human locomotion

G. Rabita¹, S. Dorel², J. Slawinski³, E. Sàez-de-Villarreal⁴, A. Couturier¹, P. Samozino⁵, J-B. Morin⁶

¹Laboratory Sport Expertise and Performance (EA 7370), INSEP, Paris, France.

²Laboratory Movement, Interactions, Performance (EA 4334), University of Nantes, France.

³Research Center in sport and movement (EA 2931), University of Paris ONLD, France.

⁴Faculty of Sports, University Pablo de Olavide, Seville, Spain.

⁵Laboratory of Exercise Physiology (EA 4338) University of Savoie, France

⁶Laboratoire « Motricité Humaine, Education Sport Santé » (EA 6312), Université de Nice, France
giuseppe.rabita@insep.fr

Introduction

As they are considered as the fastest human runners on Earth, world-class athletes specialized in the short sprint (60- or 100-m) constitute a unique model to investigate the current limits of human locomotion (Denny, 2008). However, while numerous studies focused on sprint mechanics, the lack of experimental data in elite sprinters still prevents us from thoroughly understanding the determinants of sprint performance for this population. Recent experimental measures, characterizing force- (F) and power-velocity (P-V) relationships by means of horizontal and vertical ground reaction forces (GRF) have helped determining individual mechanical profile of elite athletes during their specific sprint running task (Morin et al., 2012). Moreover, the authors calculated the ratio of force (RF) that reflects the orientation of the resultant GRF at each step and then the athletes' ability to apply force effectively onto the ground (i.e., in the forward direction). The main limitation of these studies is related to the fact that all the experimentations were carried out in treadmill condition and then prevents real and definitive insights into the human determinants of sprint acceleration performance. In the present study, we had the unique opportunity to study the mechanical determinants of sprint performance in 9 high-level sprinters, including 4 world-class athletes. The second main originality of this study was that the acceleration phase was studied for the first time in field conditions. The aim of this study was to mechanically describe the sprint acceleration in world-class sprinters in order to give a new insight into some aspects of the current limits of human sprint acceleration.

Methods

Nine elite or sub-elite sprinters participated in this study. The elite group (E, personal 100-m best times: 9.95-10.29 s) was composed of 4 athletes who had been medalists or finalist at least in one of the main world sprint event before the experiments (Daegu (2011) and/or Helsinki (2005) world championships and London Summer Olympics). The sub-elite group (SE, n=5) was composed of French national-level sprinters (100-m best times: 10.40-10.60 s). The athletes performed 7 sprints: 2×10 m, 2×15 m, 20 m, 30 m and 40 m in order to reconstruct a single virtual 40-m sprint. To this end, kinetics parameters were calculated for each step using a 6.60-m-long force platform system (KI 9067; Kistler, Suisse) while the starting blocks, initially placed over the first platform for the 10-m sprints, were progressively installed remotely for the subsequent trials (15 to 40 m). Thus, 18 foot contacts from the block to the 40-m mark could be evaluated. Instantaneous data of vertical (F_Z), and horizontal (anteroposterior, F_Y) components of ground reaction forces as well as the resultant GRF (F_{TOT}) were averaged for each contact phase. The anteroposterior acceleration (A_Y), velocity (V_Y) of the Centre of Mass (COM) and horizontal power (P_Y) were measured from force platforms and video analyses. For details, see Rabita et al. (2015).

Results and discussion

The parameters F_Y and P_Y as a function of the horizontal velocity were well described by significant linear (mean $R^2 = 0.89 \pm 0.05$) and quadratic relationships (mean $R^2 = 0.73 \pm 0.11$), respectively. The

ratio of force (RF) decreased linearly with velocity for all subjects (mean $R^2 = 0.95 \pm 0.02$). RF is one of the mechanical variables most highly correlated with the 40-m performance ($R^2 = 0.93$; $P < 0.001$). This result strengthens the hypothesis that the orientation of the total force that high level sprinters applied to the ground during sprint acceleration is more important to performance than its magnitude. The Figure 1 mechanically differentiates elite from sub-elite athletes: (i) force-velocity relationships show that elite sprinters are able to produce higher horizontal force at any given velocity than sub-elite sprinters; (ii) the RF-velocity relationships show that this higher horizontal force production was caused by a better (i.e., more forward) orientation of the force onto the ground given than (iii) the sub-elite sprinters who did not show lower resultant force production but on the contrary, a tendency to produce higher F_{TOT} than elite, especially at high velocities.

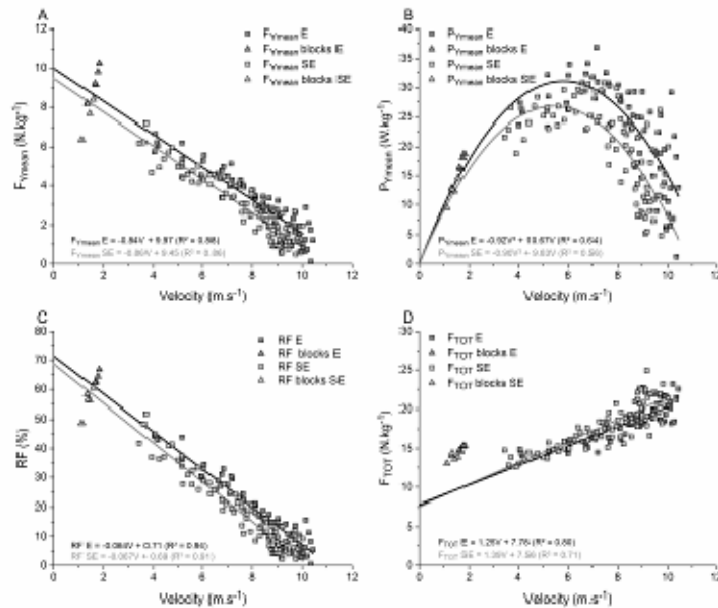


Figure 1. **A:** Anteroposterior component of the ground reaction force (F_{Ymean}); **B:** anteroposterior power output (P_{Ymean}); **C:** ratio of force (RF) and **D:** total force (F_{TOT}) were presented against the anteroposterior velocity (in m.s⁻¹) for the elite (E; dark gray) and sub-elite (SE; light gray) groups.

To our knowledge, the present study is the first to mechanically describe in elite athletes the entire sprint acceleration performed in field conditions. Our results show this novelty offers new insight into sprint mechanics as it allows linking the horizontal force or power output to the associated realistic velocity. The fact that the population was partially composed of world-class athletes strongly suggests that the modeled F-V and P-V relationships mechanically characterize the current human limits of the sprint acceleration. It is however noticeable that one of the main limitation of the present method is related to its non-applicability in a routine setting due to the complex and expensive tools it requires.

References

- Morin, JB., Bourdin, M., Edouard, P., Peyrot, N., Samozino, P. & Lacour, JR. (2012). Mechanical determinants of 100-m sprint running performance. *European Journal of Applied Physiology*, 112, 3921-3930.
- Rabita G., Dorel S., Slawinski J., Saez de villarreal E., Couturier A., Samozino P. & Morin J-B. (2015) Sprint mechanics in world-class athletes: a new insight into the limits of human locomotion. *Scandinavian Journal Medicine and Science in Sports*, in press.

A simple method for measuring power, force, velocity properties and mechanical effectiveness in sprint running

Pierre Samozino¹, Giuseppe Rabita², Sylvain Dorel³, Jean Slawinski⁴ and Jean-Benoît Morin⁵

¹ Laboratory of Exercise Physiology, University of Savoie Mont-Blanc

² French Institute of Sport (INSEP), Laboratory Sport, Expertise and Performance

³ Laboratory “Motricité, Interactions, Performance”, University of Nantes

⁴ CeSERM – EA 2931. UFRSTAPS, Université de Paris Ouest Nanterre la Défense

⁵ Laboratory of Human Motricity, Education Sport and Health, University of Nice Sophia Antipolis
pierre.samozino@univ-savoie.fr

Introduction

Sprint running implies large forward acceleration, which has been related to the capacity to develop high amounts of horizontal force and power output over sprint acceleration (Morin et al., 2012; Rabita et al., 2015). The mechanical capability to produce horizontal external force during sprint is well described by the force-velocity (F-v) and power-velocity (P-v) relationships and the associated maximal force (F_0), velocity (v_0) and power output (P_{max}) (Rabita et al., 2015). These parameters are a complex integration of numerous individual muscle mechanical properties, morphological and neural factors affecting the total external force developed by lower limbs, but also of the ability to apply the external force effectively onto the ground (mechanical effectiveness). Recently, sprint performances were shown to be related more to the mechanical effectiveness than to the total force developed by lower limbs (Morin et al., 2012; Rabita et al., 2015). To date, such evaluations, which are of great interest for coaches and sport practitioners, required to test athletes during one single sprint on an instrumented treadmills (Morin et al. 2010) or using several sprints overground on long force-plate system (Rabita et al., 2015). However, such devices are very rare, required some specific scientific skills and forces athlete to report to a laboratory. Very recently, in order to generalize such evaluations for training or scientific purposes, a simple method for determining F-v and P-v relationships and mechanical effectiveness during overground sprint running in field conditions was proposed and validated (Samozino et al., 2015).

The proposed simple method

The proposed simple method is based on a macroscopic inverse dynamics approach applied to the body center of mass (CM) during sprint running acceleration (di Prampero et al., 2015). During a running acceleration, velocity (v)-time curve was shown to follow a mono-exponential function:

$$v(t) = v_{max} \cdot (1 - e^{-(t/\tau)}) \quad (1)$$

with v_{max} the maximal velocity reached and τ the acceleration time constant. The CM horizontal position (x) and acceleration (a) can be expressed after integration and derivation of $v(t)$ over time:

$$x(t) = v_{max} \cdot (t + \tau \cdot e^{-(t/\tau)}) - v_{max} \cdot \tau \quad (2)$$

$$a(t) = (v_{max}/\tau) \cdot e^{-(t/\tau)} \quad (3)$$

The net horizontal component (F_h) of the ground reaction force (GRF) can be modeled over time as:

$$F_h(t) = m \cdot a(t) + F_{aero} \quad (4)$$

with F_{aero} the aerodynamic friction force to overcome estimated from running velocity, body mass and stature (Arsac and Locatelli, 2002). The mean vertical component of the GRF over each step during the acceleration phase can be considered as equal to body weight (di Prampero et al. 2015).

The mechanical effectiveness can be quantified over each step by the ratio (RF in %) of F_h to the corresponding total resultant GRF, and over the entire acceleration phase by the slope of the linear decrease in RF when velocity increases (D_{RF} , in %·s·m⁻¹) (Morin et al., 2012; Rabita et al., 2015).

Methods for validation of the proposed method

Nine elite or sub-elite sprinters performed 5 maximal sprints (10, 15, 20, 30 and 40 m) from which individual F-v and P-v relationships, F_0 , v_0 , P_{max} ($=F_0 \cdot v_0 / 4$), RF and D_{RF} were determined from GRF obtained by two methods. Bias, limits of agreements and absolute bias ($=|$ (computation

method–force plate method)/force plate method| x 100) were computed.

- *Reference method*: During each sprint, the GRF was measured by a 6.60-m long force plate system. The position of the starting block was set differently for each sprint in order to virtually reconstruct the GRF signal of an entire single 40-m for each athlete. The instantaneous velocity was obtained from force plate data and high speed video (300 Hz) (details in Rabita et al 2015).
- *Simple proposed method*: For each athlete, the best sprint times at 10, 15, 20, 30 and 40 m were measured from a pair of photocells located at the finish line of the 5 sprints, and used to determine v_{max} and τ using equation 2 and least square regression. From these two parameters, $v(t)$, $a(t)$ and $F_h(t)$ were modeled using above mentioned equations.

Otherwise, the inter-trial reliability of the proposed method was tested from standard errors of measurement (SEM) computed between two consecutive 50-m sprints of 6 other sprinters.

Result and Discussion

F-v and P-v relationships obtained by both methods were well fitted by linear and polynomial regressions (r^2 from 0.86 to 0.99, $P < 0.001$). The low bias and the narrow limits of agreement between both methods, as well as the low SEM between trials ($< 5\%$) for the main mechanical variable associated to F-v and P-v relationships and to mechanical effectiveness showed the high concurrent validity of the proposed method and its high inter-trial reliability (Table 1). The proposed method is very simple to set in field conditions since it only requires individual basic anthropometric data (body mass and stature) and ~ 5 split times or instantaneous velocity measurements obtained during one single sprint acceleration overground until maximal velocity.

Table 1: Mean \pm SD values of variables attesting the validity and reliability of the proposed method.

	Reference Method	Proposed Method	Bias	95% agreement limits	Absolute Bias (%)	Standard Error of Measurement (%)
F_0 (N)	654 \pm 80	638 \pm 84	-15.9 \pm 25.7	[-66.3 ; 34.5]	3.74 \pm 2.69	3.57
v_0 (m.s ⁻¹)	10.20 \pm 0.36	10.51 \pm 0.74	0.32 \pm 0.52	[-0.7 ; 1.3]	4.77 \pm 3.26	1.40
P_{max} (W)	1669 \pm 253	1680 \pm 280	10.56 \pm 45.01	[-77.7 ; 98.8]	1.88 \pm 1.88	2.33
D_{RF} (%.s.m ⁻¹)	-6.80 \pm 0.28	-6.80 \pm 0.74	-0.002 \pm 0.58	[-1.139 ; 1.135]	6.04 \pm 5.70	4.86

This study proposed an accurate, reliable and valid simple method to evaluate mechanical properties of overground sprint running propulsion and validated it through a very good agreement with gold standard force plate measurements. This method is convenient for field use by sport practitioners and clinicians since it requires only anthropometric (body mass and stature) and spatio-temporal (split times or instantaneous velocity) variables easy to obtain out of a laboratory during sprint running acceleration (Samozino et al., 2015).

References

- Arsac, LM & Locatelli, E. Modeling the energetics of 100-m running by using speed curves of world champions. (2002). *J Appl Physiol*: 92: 1781-1788.
- di Prampero, PE, Botter, A, & Osgnach, C. (2015). The energy cost of sprint running and the role of metabolic power in setting top performances. *Eur J Appl Physiol*: 115: 451-469.
- Morin, JB., Samozino, P., Bonnefoy, R., Edouard, P. & Belli, A. (2010). Direct measurement of power during one single sprint on treadmill. *Journal of Biomechanics*, 43, 1970-1975.
- Morin, JB., Bourdin, M., Edouard, P., Peyrot, N., Samozino, P. & Lacour, JR. (2012). Mechanical determinants of 100-m sprint running performance. *Eur J Appl Physiol*, 112, 3921-30.
- Rabita G., Dorel S., Slawinski J., Saez de villarreal E., Couturier A., Samozino P. & Morin JB. (2015) Sprint mechanics in world-class athletes: a new insight into the limits of human locomotion. *Scand J Med Sc Sports*, in press.
- Samozino P., Rabita G., Dorel S., Slawinski J., Peyrot N., Saez de Villarreal E. & Morin, JB. (in press) A simple method for measuring power, force, velocity properties and mechanical effectiveness in sprint running. *Scandinavian Journal Medicine and Science in Sport*.

How 100-m event analyses improve our understanding of world-class men and women sprint performance

Jean Slawinski¹, Nicolas Termoz¹, Giuseppe Rabita², Gaël Guilhem², Sylvain Dorel³, Jean-Benoit Morin⁴, Pierre Samozino⁵

¹ CeSERM – EA 2931. UFRSTAPS, Université de Paris Ouest Nanterre la Défense

² French Institute of Sport (INSEP), Laboratory Sport, Expertise and Performance

³ Laboratory “Motricité, Interactions, Performance”, University of Nantes

⁴ Laboratory of Human Motricity, Education Sport and Health, University of Nice Sophia Antipolis

⁵ Laboratory of Exercise Physiology, University of Savoie Mont-Blanc

jslawinski@u-paris10.fr

Introduction

To date, comparisons in F - v and P - v relationships between men and women, and more generally in force and power production during sprint running has not been explored. This could help to better understand the sex differences in mechanical outputs all over a 100-m sprint running, and in turn the associated differences in 100-m sprint performance. Such an analysis performed on the world best men and women sprinters could additionally give interesting insights on the mechanical determinants and current limits of speed capabilities of human bipedal locomotion.

In this context, a simple field method has been recently validated to estimate individual horizontal ground reaction force and power output during sprint running from only anthropometrical (body mass and stature) and spatiotemporal (split times or instantaneous speed) data (Samozino et al., 2015). Since the 1987 World Championships in Roma, the International Association of Athletics Federations provides biomechanics reports in which split times for every 10 or 20 m sections are referenced for the 100 m race in both men and women. These data, combined to individual analyses of World Record races or Olympic Games, provide a unique opportunity to explore the mechanical determinants of 100 m sprint running performance in the world fastest men and women.

The purpose of this study was therefore to compare the mechanical outputs (power, force and velocity) of women and men world-class sprinters during 100-m finals of international events of the past 30 years. The comparison between men and women was done both on mechanical outputs estimated over the acceleration and deceleration phases, and on F - v and P - v athlete properties. In parallel, the mechanical determinants of 100-m sprint performance were explored by testing the relationships between performance, mechanical outputs estimated over the race and individuals P - F - v mechanical properties. We hypothesized that women exhibit lower relative force, mechanical power and a greater decrement in power output than men.

Method

The data for the present analysis were obtained from recordings of distance-time curve in 100 m race finals of men and women, for a total of 100 races (50 for men and 50 for women). For each run, we used the integral of the equation proposed by Morin et al (2006) that fits the 100-m race velocity-time curve with a bi-exponential function:

$$x(t) = \int V_{\max} \cdot \left(e^{-\frac{t}{\tau_1}} - e^{-\frac{t}{\tau_2}} \right) dt$$

where $x(t)$ is the horizontal position of the centre of mass (CM) of the runner, V_{\max} his maximal running velocity, and τ_1 and τ_2 time constants of the first and the second exponential, respectively. The method recently proposed (Samozino et al., 2015) allowed calculating some kinematics and kinetics variables to mechanically describe the acceleration (from start to V_{\max}) and deceleration (from V_{\max} to the end of the race) phases of the 100-m sprint: the time at which V_{\max} was reached ($T_{V_{\max}}$); the mean acceleration, force and power during the acceleration phase ($A_{\text{mean_accel}}$, $F_{\text{mean_accel}}$, $V_{\text{mean_accel}}$ and $P_{\text{mean_accel}}$), the deceleration phase ($A_{\text{mean_decel}}$, $F_{\text{mean_decel}}$, $V_{\text{mean_decel}}$, and $P_{\text{mean_decel}}$) and the entire 100-m race (F_{mean} , V_{mean} and P_{mean}). The percentage of decrease

of the velocity ($\%V_{\max\text{-end}}/V_{\text{end}}$) was also calculated. Over the acceleration phase, individual F - v and P - v relationships were determined for each run. F - v linear relationships were extrapolated to determined F_0 and v_0 values that correspond to the intercepts with the force and velocity axis, respectively. From the P - v curve, the apex (P_{\max}), was determined (Samozino et al., 2015).

Result and Discussion

The present comparison allowed investigating the biomechanical determinants of 100 m performance in women and men world-class sprinters analysing the correlation between these parameters and sprint performance, and characterizing the effects of fatigue in such brief sprint in women and men. The results showed that, almost all the mechanical outputs measured were significantly greater in men than in women. Only $A_{\text{mean_accel}}$ and $F_{\text{mean_accel}}$ (N.kg^{-1}) were not significantly different between women and men (table 1). Maximal sprint velocity (V_{\max}) and mean power (W.kg^{-1}) produced over 100-m strongly influence 100-m performance ($-0,90 \leq r \leq 0,47$; $p \leq 0,001$). During the deceleration phase of the 100 m, men's performances were less affected by the effect of fatigue than women, as shown by a lower decrease in running velocity. This lower decrease in velocity in men seems to be related to a shorter deceleration phase due to the later reaching of V_{\max} , which can be associated to the higher capability in men to keep producing horizontal force onto the ground at very high velocity (v_0), and so to keep accelerating.

Table 1: Comparison of the athlete's mechanical properties (F_0 , V_0 and P_{\max}) and of the mechanical variables obtained over the race between men and women (** $p \leq 0,001$).

	Women	Men	
	Mean \pm SD	Mean \pm SD	% Difference
<i>Entire race</i>			
F_{mean} (N.kg^{-1})	1.3 \pm 0.1	1.3 \pm 0.1	-0.9
P_{mean} (W.kg^{-1})	8.6 \pm 0.7	11.0 \pm 0.7	-21.8**
<i>Acceleration phase</i>			
F_0 (N.kg^{-1})	9.0 \pm 1.6	10.1 \pm 0.9	-10.9**
P_{max} (W.kg^{-1})	24.5 \pm 4.2	30.3 \pm 2.5	-19.1**
v_0 (m.s^{-1})	10.5 \pm 0.2	11.6 \pm 0.2	-9.5**
$A_{\text{mean_accel}}$ (m.s^{-2})	1.82 \pm 0.22	1.83 \pm 0.24	0.0
$F_{\text{mean_accel}}$ (N.kg^{-1})	2.2 \pm 0.2	2.2 \pm 0.2	1.1
$P_{\text{mean_accel}}$ (W.kg^{-1})	12.9 \pm 1.2	14.3 \pm 1.3	-9.6**
<i>Deceleration phase</i>			
$A_{\text{mean_decel}}$ (m.s^{-2})	-0.06 \pm 0.03	-0.03 \pm 0.02	60.0**
$F_{\text{mean_decel}}$ (N.kg^{-1})	0.39 \pm 0.09	0.44 \pm 0.06	-10.9**
$P_{\text{mean_decel}}$ (W.kg^{-1})	4.0 \pm 0.9	5.1 \pm 0.7	-21.0**
$\%V_{\max\text{-end}}/V_{\text{end}}$ (%)	-4.0 \pm 3.1	-1.2 \pm 1.0	233.3**

Conclusion

A shorter acceleration and a longer deceleration in women due to a lower capability to produce force at high running velocity (i.e. lower v_0) may explain both their lower maximal running speed and their lower resistance to fatigue, and in turn their lower performance level. Finally this study highlights the importance of the capability to keep producing horizontal force onto the ground at very high velocity, more than the capability to produce high amount of force at lower velocities during the first meters of the race.

References

- Morin, J. B., Jeannin, T., Chevallier, B., & Belli, A. (2006). Spring-mass model characteristics during sprint running: correlation with performance and fatigue-induced changes. *International Journal of Sports Medicine*, 27(2), 158–65. doi:10.1055/s-2005-837569
- Samozino P., Rabita G., Dorel S., Slawinski J., Peyrot N., Saez de Villarreal E. & Morin J-B. (2015) A simple method for measuring power, force, velocity properties and mechanical effectiveness in sprint running. *Scand J Med Sc Sport*, in press.

Symposium N°3

***Coherence analysis between electrophysiological
signals provides new insights into the
mechanisms underlying control and perception of
motor action***

(Coord. : Sylvain Cremoux & David Amarantini)

Coherence analysis between electrophysiological signals provides new insights into the mechanisms underlying control and perception of motor action

Sylvain Cremoux¹, David Amarantini^{2,3}

¹ Laboratoire d'Automatique, de Mécanique et d'Informatique industrielles et Humaines, UMR CNRS 8201, Université de Valenciennes et du Hainaut-Cambrésis

² Inserm, UMR 825 Imagerie Cérébrale et Handicaps Neurologiques, Toulouse

³ Université de Toulouse, UMR 825 Imagerie Cérébrale et Handicaps Neurologiques, Toulouse.

sylvain.cremoux@univ-valenciennes.fr

General symposium summary:

For more than twenty years, numerous studies have highlighted that the oscillatory synchronicity between electrophysiological signals, such as electromyography (EMG), electroencephalography (EEG) or magnetoencephalography (MEG) is likely to characterize motor control processes. More recently, other studies have highlighted that the oscillatory synchronicity between EEG/MEG signals and kinematic recordings could reflect parts of the somatosensory processes of the motor action. Overall, the analysis of the time-frequency modulation of between electrophysiological can lead to a better understanding of human neurophysiological processes, from the perception and integration of somatosensory afferences to the preparation and transmission of motor commands. In a near future, electrophysiological coherence will permit many applications in fundamental researches to understand the neural sensorimotor control and integration, and will allow developing neurorehabilitation therapies and devices based on electrophysiological recordings.

During this symposium, five presentations will expose the effectiveness and appropriateness of electrophysiological coherence to characterize somatosensory integration and motor control processes. All aspects of electrophysiological coherences, i.e., EEG-EEG, EEG-EMG and EMG-EMG and EEG-kinematic coherence, will be presented and will cover all aspects of human movement sciences. The EEG-EEG and EEG/MEG-kinematic coherence will reveal some aspects in motor learning and cortical integration of somatosensory and homeostatic information. The EEG-EMG coherence will reveal some aspects in transmission of the motor command from the motor cortical areas to the muscles during intact and altered muscle contractions. The EMG-EMG coherence will reveal some aspects of the motor command, especially concerning the significance of the common synchronous drive involved in the control of muscle activations during force production.

List of communications related to the symposium:

- EEG-EEG coherence as a marker of motor learning in adults and teenagers with and without motor impairments (Mélody Blais)
- Cortico-cortical coherence towards neurophysiological processes underlying the altered perception of action capabilities (Sylvain Cremoux)
- Altered corticomuscular coherence after cervical spinal cord injury (Sylvain Cremoux)
- Effect of fatigue on EMG-EMG coherence between agonist muscles during maximal isometric contractions in trained and untrained participants (Camille Charissou)
- The corticokinematic coherence (Mathieu Bourguignon)

EEG-EEG coherence as a marker of motor learning in adults and teenagers with and without motor impairments

Mélody Blais^{1,2,3}, David Amarantini^{2,3}, Jean-Michel Albaret¹, Yves Chaix^{2,3,4} & Jessica Tallet¹

¹ Laboratoire PRISSMH-LAPMA EA-4561, Université de Toulouse, UPS, Toulouse.

² Inserm, UMR 825 Imagerie Cérébrale et Handicaps Neurologiques, Toulouse.

³ Université de Toulouse, UPS, UMR 825 Imagerie Cérébrale et Handicaps Neurologiques, Toulouse

⁴ Unité de neurologie pédiatrie, Hôpital des Enfants, CHU Purpan, Toulouse.

melody.blais@univ-tlse3.fr

Introduction

Bimanual coordination requires a functional coupling of the motor areas of both cerebral hemispheres. This coupling can be measured with the cortico-cortical coherence between pairs of electro-encephalographic (EEG) signals. The aim of the present study was to investigate the changes of EEG-EEG coherence within and between the two hemispheres of the brain associated to the practice of a new bimanual coordination in healthy adults (Experiment 1) and teenagers with and without Developmental Coordination Disorder (DCD who present motor learning difficulties, Gheysen et al., 2011) (Experiment 2). We hypothesized that changes in intra- and inter-hemisphere coherence over fronto-central regions in the 13-30 Hz frequency band would be associated with specific behavioural improvements only the new coordination in both healthy adults and teenagers (Gerloff & Andres, 2002), but not in DCD teenagers.

Method

Eleven adults participated in Exp. 1 (5 women; 23 +/-3 years old). Ten typically-developed (TD, 13 +/- 1 yo) and 10 DCD (13 +/- 1 yo) teenagers participated in Exp. 2. All participants were right-handed (Edinburgh Handedness Inventory: 97 ± 5 for adults; 88 ± 20 for teenagers). They were asked to learn a NEW bimanual coordination by tapping with their thumbs on the two required joystick buttons (Xbox360) in synchrony with the visual stimuli during 30/25 trials of 20/15 seconds (Exp. 1/Exp. 2). Before and after practice, three coordination patterns were tested: the NEW pattern, and two pre-existing inphase (IN) and antiphase (ANTI) patterns that are supposed to be accurate and stable without practice (Kelso, 1984). EEG (Active II, Biosemi Inc., Amsterdam, The Netherlands) was recorded during the Pre- and Post-Tests, and during a Control session in which the 3 conditions were presented without tapping. Paired-sample t-tests (Exp. 1) and Group \times Test \times Coordination ANOVAs (Exp. 2) were performed on (1) the Absolute Error (AE) of the produced coordination reflecting accuracy, (2) its Standard Deviation (SD) reflecting stability and (4) the Task-Related EEG Coherence (TRCoh = Coh(experimental) - Coh(control)) in the 13-30 Hz frequency band over left and right (FC3-FC4) and left (FC3-C3) and right (FC4-C4) fronto-central regions. EEG-EEG wavelet coherence calculation was performed using the *WaveCrossSpec* package, and the coupling between pairs of electrodes was quantified from coherence values when the dependence between EEG signals was significant (Bigot et al., 2011).

Results

Results of Exp. 1 revealed that AE decreased significantly between Pre- and Post-Tests for the NEW Coordination only ($t(10) = 3.57$; $p = 0.005$) (Figure 1a). The beta fronto-central TRCoh increased significantly between Pre- and Post-Tests for the NEW Coordination only ($t(10) = 2.88$; $p = 0.016$) (Figure 2b). No significant result was found on SD. Results of Exp. 2 revealed a significant Group effect on SD ($F(1,18) = 5.26$; $p = 0.03$) indicating that the TD Group produced more stable coordination than the DCD Group (not illustrated). A Group effect was also found on the TRCoh over FC3-FC4 regions ($F(1,18) = 5.32$; $p = 0.03$) suggesting that the TRCoh was higher for TD than for DCD. A Test \times Coordination interaction was found on AE ($F(1.45,26.19) = 12.77$; $p = 0.000$) indicating an increase in accuracy of NEW and a decrease in accuracy of ANTI with

practice (Figure 1c). A Test \times Coordination interaction on TRCoh over right FC4-C4 regions ($F(2,36) = 3.36$; $p = 0.045$) revealed that the right fronto-central coupling increased between Pre- and Post-Tests for the NEW Coordination only (Figure 1d). No effect was found on TRCoh over left FC3-C3 regions.

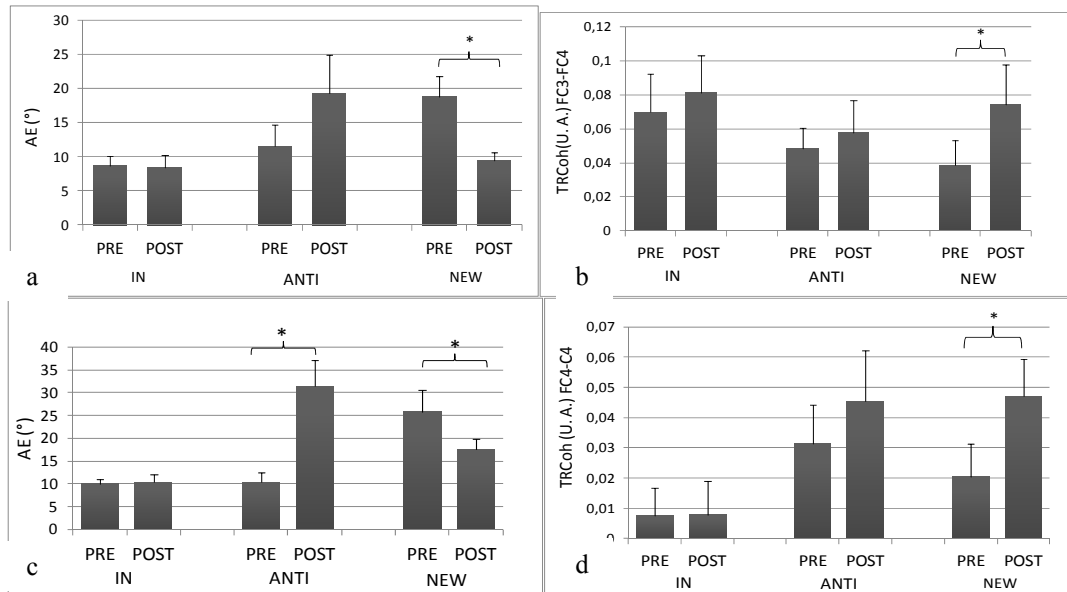


Figure 1. Absolute Error (a and c), TRCoh in beta band over FC3-FC4 regions (b), TRCoh in beta band over FC4-C4 regions (d) associated to the production of IN, ANTI and NEW during Pre- and Post-Tests in adults (a and b) and teenagers (c and d). Vertical bars represent standard error.

Discussion

In Experiment 1, the increase in accuracy with practice of the new coordination was associated with an increase of coherence in the 13-30 Hz frequency band between FC3 and FC4. This suggested that learning a new coordination could strengthen the motor inter-hemispheric communication over left-right fronto-central regions. Experiment 2 revealed that TD engaged more inter-hemispheric coherence to stabilize the bimanual coordination than DCD. In both groups, increase in accuracy of the new coordination was associated with increase of the right intra-hemispheric coherence over fronto-central regions. Results also revealed a decreased in accuracy with practice of the preexisting antiphase coordination, but without changes in EEG-EEG coherence. To conclude, i) significant increase of the intra- and inter-hemispheric coherence was associated with a specific accuracy improvement of the new coordination in adults and teenagers and ii) coherence differentiated the teenagers with and without motor learning difficulties. Hence EEG-EEG coherence could be considered as an indirect marker of learning abilities. It remains to explain why intra-hemispheric rather than inter-hemispheric coupling changed with learning in teenagers. It is possible that the neural couplings associated with motor learning evolve during the time-course of the development.

References

- Gerloff, C., & Andres, F. G. (2002). Bimanual coordination and interhemispheric interaction. *Acta Psychologica*, 110(2), 161-186.
- Gheysen, F., Van Waelvelde, H., & Fias, W. (2011). Impaired visuo-motor sequence learning in Developmental Coordination Disorder. *Research in developmental disabilities*, 32(2), 749-56.
- Kelso, J. A. S. (1984). Phase transitions and critical behavior in human bimanual coordination. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*, 246(6), 1000-4.
- Bigot, J., Longcamp, M., Dal Maso, F., & Amarantini, D. (2011). A new statistical test based on the wavelet cross-spectrum to detect time-frequency dependence between non-stationary signals: Application to the analysis of cortico-muscular interactions. *NeuroImage*, 55(4), 1504-1518.

Cortico-cortical coherence elicits neurophysiological processes underlying the altered perception of action capabilities

Sylvain Cremoux^{1,2}, Yannick Daviaux³, David Amarantini⁴, Thibault Deschamps³, Christophe Cornu³, Jessica Tallet¹

¹ PRISSMH (EA 4651), Université de Toulouse ; ² LAMIH (UMR CNRS 8201), Université de Valenciennes ; ³ MIP (UPRES EA 4334), Université de Nantes ; ⁴ UMR 825 Inserm/UPS, Toulouse
sylvain.cremoux@univ-valenciennes.fr

Introduction

The modulation of the electroencephalographic (EEG) activity of the cortical visuomotor areas is not only involved in motor performance but also in the perception of the ability to perform motor action (Fogassi, 2007). The frontal and parietal cortical areas are respectively involved in the integration of homeostatic state and sensorimotor information, while the motor cortical area elaborates the representation of the motor action (Thill et al., 2013). In a previous study on oscillatory brain dynamics during the perception of a reaching-to-grasp action, we recently found that participants had increased ~6Hz EEG activity over the left motor cortical area, controlling the dominant (right) hand, when they reported a decreased ability to reach a glass under anxiety (Daviaux et al., 2015a). These finding supports the idea that cortical areas communicate to integrate homeostatic state and sensorimotor information by means of ~6Hz EEG oscillations (Cruikshank et al., 2012). Further investigation of ~6Hz cortico-cortical coherence (CC) serving as a measure of functional coupling of regions over motor, frontal and parietal areas is proposed here to explore how the communication between these cortical areas are associated to altered perception of action capabilities.

Methods

Twelve right-handed volunteers verbally reported their (un)ability to reach-and-grasp a glass presented at various distances with their dominant hand staying at rest, in anxiety (ANX) state compared to a control (CTL) state. Participants had to breath through a 2 mm-diameter straw while they wore a nose clip in ANX condition (see Daviaux et al. (2015b) for behavioral outcomes). EEG was recorded at 1024 Hz using a 64-channel Biosemi Active Two system with electrodes placed according to the 10–20 system. Trials were sorted based on behavioral results provided by the processing of the maximal perceived able to reach-and-grasp performance, resulting in four classes: Able to reach while ANX or CTL, and Unable to reach while ANX or CTL. Three regions of interest (ROIs) were chosen according to their involvement in reaching visuomotor task (Cruikshank et al., 2012): left Motor area (Ma: C3 and CP3 EEG electrodes), Parietal area (Pa: Pz, P1, P2, P3 and P4 EEG electrodes) and Frontal area (Fa: AFz and Fz EEG electrodes). For each pair of EEG ROI signals, the CC was calculated in the time-frequency domain with wavelet analysis (*WaveCrossSpec* package) and CC magnitude was quantified where significant correlation between EEG ROI signals was revealed (Bigot et al., 2011), with lower and upper bounds of the ~6Hz frequency band determined individually for each participant. Repeated measures ANOVA *Distance* (Able vs. Unable) \times *Homeostatic State* (ANX vs. CTL) was carried out separately on $CC_{Ma/Pa}$, $CC_{Ma/Fa}$ and $CC_{Pa/Fa}$ ($p < 0.05$). Post-hoc matched t-tests were achieved where applicable.

Results

The statistical analysis revealed a main *Distance* effect on the $CC_{Ma/Pa}$ ($F_{1,11} = 5.94$; $p < 0.05$) with a higher $CC_{Ma/Pa}$ when participants felt unable to reach-and-grasp the glass (fig. 1a). It also revealed a main *Distance* effect ($F_{1,11} = 8.03$; $p < 0.05$) and an interaction *Distance* \times *Homeostatic State* ($F_{1,11} = 8.41$; $p < 0.05$) on the $CC_{Pa/Fa}$. Post-hoc matched t-tests revealed that only $CC_{Pa/Fa}$ under CTL condition ($t_{11} = 6.84$; $p < .05$) was higher when participants felt unable to reach-and-grasp the

glass (fig. 1b). No main effect or interaction was revealed on $CC_{Ma/Fa}$.

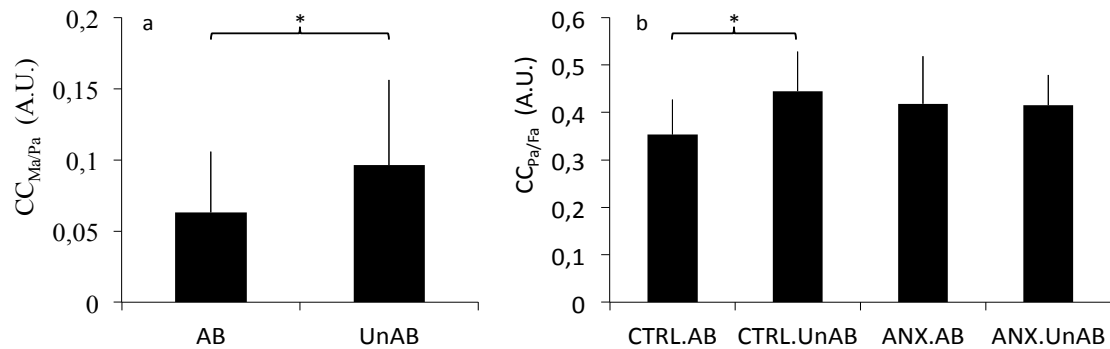


Figure 1. (a) Mean $CC_{Ma/Pa}$ magnitude when participants felt able (AB) or unable (UnAB) to reach-and-grasp the glass whatever the homeostatic state; (b) Mean $CC_{Pa/Fa}$ magnitude when participants felt able or unable to reach-and-grasp the glass under control (CTL) and anxiety (ANX) homeostatic states. Error bars represent the standard deviation.

Conclusion

Our EEG results revealed that whatever the homeostatic state, the functional coupling between parietal and motor cortical areas was increased when the participants felt unable to reach the glass compared to when they felt able to reach it. Together with previous findings on oscillatory brain dynamics (Daviaux et al. 2015a), these results suggest that the motor cortical area could integrate efficiently the information of the glass position provided by the parietal cortical area, without influence of the homeostatic state. Moreover, the functional coupling between frontal and parietal cortical areas was also increased when the participants felt unable to reach the glass, but only in the control condition, without anxiety. Considering that the frontal cortical area plays an active role in the integration of the homeostatic state and that previous results showed that participants underestimated their action capabilities under anxiety condition (Daviaux et al., 2015b), the present results suggest that frontal areas could diffuse the information about homeostatic state to the parietal regions, which could lead to the under-estimation of action capabilities under anxiety conditions. To test this hypothesis, it remains to study the direction of the communication between areas.

References

- Bigot, J., Longcamp, M., Dal Maso, F., & Amantini, D. (2011). A new statistical test based on the wavelet cross-spectrum to detect time–frequency dependence between non-stationary signals: Application to the analysis of cortico-muscular interactions. *NeuroImage*, 55(4), 1504-1518.
- Cruikshank, L.C., Singhal, A., Hueppelsheuser, M., & Caplan, J.B., (2012). Theta oscillations reflect a putative neural mechanism for human sensorimotor integration. *Journal of Neurophysiology*, 107(1), 65–77.
- Daviaux, Y., Cremoux, S., Tallet, J., Amantini, D., Cornu, C., Deschamps, T. (2015a, juillet). *Impaired perception of reaching capabilities involves an atypical sensorimotor activity over the contralateral premotor area*. Poster presented at the 9th World Congress of the International Brain Research Organization (IBRO), Rio de Janeiro, Brazil.
- Daviaux, Y., Cremoux, S., Tallet, J., Amantini, D., Cornu, C., & Deschamps, T. (2015b). An enhanced experimental procedure to rationalize on the impairment of perception of action capabilities. *Psychological Research*, 1-11.
- Fogassi, L. (2007). Action representation in the cerebral cortex and the cognitive functions of the motor system. In Funahashi, S. (Ed.), *Representation and Brain*, (p.123-151). Tokyo : Springer.
- Thill, S., Caligiore, D., Borghi, A. M., Ziemke, T., & Baldassarre, G. (2013). Theories and computational models of affordance and mirror systems: an integrative review. *Neuroscience & BioBehavioral Reviews*, 37(3), 491-521.

Altered corticomuscular coherence after cervical spinal cord injury

Sylvain Cremoux^{1, 2, 3}, Jessica Tallet², Eric Berton¹, Fabien Dal Maso⁴, David Amarantini⁵

¹ ISM (UMR CNRS 7287), Aix-Marseille Université, Marseille, France ;

² PRISSMH-LAPMA (EA 4651), Université de Toulouse, Toulouse, France ; ³ LAMIH (UMR CNRS 8201), UVHC, Valenciennes ; ⁴ S2M, Université de Montréal, Montreal, Canada ; ⁵ UMR 825 Inserm/UPS, Toulouse, France
sylvain.cremoux@univ-valenciennes.fr

Introduction

Corticomuscular coherence (CMC) measures the relationship between the electroencephalographic (EEG) activity and the electromyographic (EMG) activity. During motor action, the CMC \sim 20Hz and \sim 10Hz between EEG recorded over the motor cortex and EMG recorded from active muscles has been supposed to respectively reflect the direct and indirect implication of the motor cortex in controlling the level of muscle activations through the subcortical and spinal structures (Semmler, 2013). After a cervical Spinal Cord Injury (SCI), the EEG activity of the motor cortex is still modulated with the force level as in healthy participants (Cremoux et al., 2013), but the antagonist muscles activation increases, which has been thought to reflect the alteration of spinal reciprocal inhibition mechanism due to reduced cortical control (Cremoux et al., 2015). This study investigated the time-frequency modulation of the CMC between EEG and EMG signals of both agonist and antagonist muscles to provide a better understanding regarding the central mechanisms underlying the control of muscle activations during force production at different levels in SCI participants. We particularly expected that CMC \sim 10Hz with antagonist muscles would be reduced in SCI participants, reflecting the alteration of spinal reciprocal inhibition mechanism.

Methods

7 cervical SCI participants (injuries from C5 to C7) and 10 able-bodied (AB) participants without any neuro-musculoskeletal or sensory disorders participated in this study. EEG was recorded at 1024 Hz using a 64-channel Biosemi Active Two system. Surface EMG was recorded at 1000 Hz with MP 150 BIOPAC system from representative flexor and extensor elbow muscles. The net elbow joint torque was measured at 1000 Hz by a BIODEX *S4 Pro* dynamometer. Participants performed a total of 21 elbow isometric flexion contractions at 20%, 40%, 60% of their maximum voluntary contraction (MVC). The CMC was calculated in the time frequency domain between signal from the C3 EEG signal and each EMG signal using the WavCrossSpec package (Bigot et al., 2011) based on the wavelet package developed by Grinsted et al. (2004). For each group, the CMC was averaged in the [8 13] Hz and [13 31] Hz frequency bands within muscle groups where the correlation between EEG and EMG signals was revealed as significant as proposed by Bigot et al. (2011). A mixed ANOVA Group (SCI vs. AB) \times Force level (20%, 40%, 60% MVC) was carried out on net joint torque, and on CMC \sim 10Hz, and CMC \sim 20Hz for agonist and antagonist muscle groups separately ($p < 0.05$).

Results

The statistical analysis revealed that the net elbow joint torque increased with the *Force Level* ($F_{2, 32} = 208.77$; $p < 0.05$; Fig. 1a). The CMC \sim 10Hz and \sim 20Hz decreased with the *Force Level* with both agonist ($F_{2, 32} = 21.98$; $p < 0.05$ and $F_{2, 32} = 8.69$; $p < 0.05$, respectively) and antagonist ($F_{2, 32} = 21.29$; $p < 0.05$ and $F_{2, 32} = 5.53$; $p < 0.05$, respectively) muscles (Fig. 1b). The CMC \sim 10Hz with antagonist muscles was lower for the SCI participants in comparison to the AB participants ($F_{1, 16} = 5.18$; $p < 0.05$; Fig. 1c). No *Group* \times *Force Level* interaction was revealed on net elbow joint torque, CMC \sim 10 Hz and CMC \sim 20 Hz.

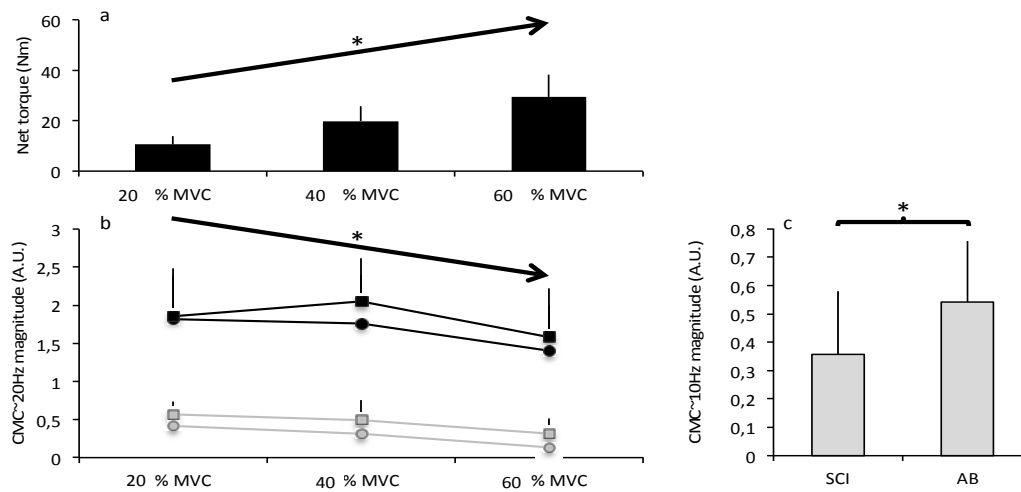


Figure 1. *Force Level* effect on the net elbow joint torque (a), and CMC with agonist (circle) and antagonist (square) in the ~ 20 Hz (black) and ~ 10 Hz (grey) (b); Comparisons of CMC ~ 10Hz with antagonist muscles between SCI and AB participants, all force levels combined (c).

Conclusion

Our results revealed that overall CMC with both agonist and antagonist muscles decreased when the force level increased for all participants. Together with the modulation of the motor cortex EEG activity with the force level (Dal Maso et al., 2012; Cremoux et al., 2013), this suggests a direct implication of the motor cortex in the control and modulation of muscle activations for both SCI and AB participants. Our results also revealed that CMC with antagonist muscles is decreased ~ 10Hz for SCI participants while CMC ~ 20Hz is similar to that of AB participants. Previous study suggested that CMC ~ 10Hz reflects the cortical control of spinal mechanisms (Semmler, 2013). Decreased CMC ~ 10Hz revealed in SCI participants may therefore highlight the reduced influence of the motor cortex on spinal mechanisms, leading to increased antagonist muscles activation (Cremoux et al., 2015). These results emphasize that the CMC is a good marker to evaluate the integrity of the communication between the motor cortex and the agonist and antagonist muscles when the task requires force modulation. Future studies may assess the clinical relevance of CMC to quantify the integrity of the corticomuscular pathways during rehabilitation course of SCI people.

References

- Bigot, J., Longcamp, M., Dal Maso, F., & Amaratini, D. (2011). A new statistical test based on the wavelet cross-spectrum to detect time–frequency dependence between non-stationary signals: Application to the analysis of cortico-muscular interactions. *NeuroImage*, 55(4), 1504-1518.
- Cremoux, S., Amaratini, D., Tallet, J., Dal Maso, F., & Berton, E. (2015). Increased antagonist muscle activity in cervical SCI patients suggests altered reciprocal inhibition during elbow contractions. *Clinical Neurophysiology*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.clinph.2015.03.016>
- Cremoux, S., Tallet, J., Berton, E., Dal Maso, F., & Amaratini, D. (2013). Does the force level modulate the cortical activity during isometric contractions after a cervical spinal cord injury?. *Clinical Neurophysiology*, 124(5), 1005-1012.
- Dal Maso, F., Longcamp, M., & Amaratini, D. (2012). Training-related decrease in antagonist muscles activation is associated with increased motor cortex activation: evidence of central mechanisms for control of antagonist muscles. *Experimental brain research*, 220(4), 287-95.
- Grindsted, A., Moore, J. C., Jevrejeva, S. (2004). Application of the cross wavelet transform and wavelet coherence to geophysical time series. *Nonlinear Processes in Geophysics*, 11, 561-66.
- Semmler, J. G., Ebert, S. A., & Amarasena, J. (2013). Eccentric muscle damage increases intermuscular coherence during a fatiguing isometric contraction. *Acta Physiol.*, 208, 362-75.

Effects of fatigue on EMG-EMG coherence between agonist muscles during maximal isometric contractions in trained and untrained participants

Camille Charissou^{1,2,3}, Laurent Vigouroux¹, Eric Berton¹, David Amarantini^{2,3}

¹ Aix-Marseille University, CNRS, ISM UMR 7287, Marseille, France; ² Inserm, Imagerie cérébrale et handicaps neurologiques UMR 825, Toulouse, France; ³ Université de Toulouse, UPS, Imagerie cérébrale et handicaps neurologiques UMR 825, Toulouse, France
camille.charissou@univ-amu.fr / camille.charissou@inserm.fr

Introduction

The synchronous activation of the muscles involved in force production is a crucial phenomenon for movement efficiency and neuromuscular performance, but the underlying mechanisms are yet to be fully understood. Interestingly, previous studies have shown that the modulation of intermuscular coherence between pairs of electromyographic (EMG) signals in the so-called “ β ” frequency band is likely to reflect the coupling between synergistic muscles (Kattla and Lowery, 2010). Although widely debated, recent studies reported that intermuscular coherence could be dependent on the common oscillatory drive from the corticospinal pathway to a pair of muscles (Farmer et al., 2007). This study contributes to understand the significance of intermuscular coupling between synergistic agonist muscles for the neuromuscular performance. The level of fatigue was manipulated during maximal voluntary contractions performed by participants trained in two different modalities. Intermuscular coupling was investigated through the modulation of “ β ” EMG-EMG coherence calculated between synergistic agonist muscles in the time-frequency domain.

Methods

Ten strength-trained (ST), seven endurance-trained (ED) and nine control (CO) subjects participated in the study. The net joint torque around the dominant knee was recorded using a calibrated dynamometer (System 4 Pro, Biodex Medical Systems, Shirley, NY, USA). EMG activity was acquired with a MP150 system (Biopac Systems Inc., Goleta, USA) from two representative knee extensor synergists: Vastus Medialis and Rectus Femoris. The protocol was divided in three steps: (1) three 6-s maximum voluntary isometric knee extension contractions (MVC) separated by 10-s rest, (2) ten submaximal fatiguing isometric voluntary contractions sustained to exhaustion at 40 % MVC (Pääsuke et al., 1999) and (3) three MVC with the same procedure as in (1). EMG-EMG coherence was computed in the time-frequency domain using wavelet analysis with the *WaveCrossSpec* package (Bigot et al., 2011). The coupling between knee extensor agonist muscles was quantified in the 15 - 35 Hz frequency band in terms of magnitude of intermuscular interactions (IM). IM corresponded to the volume under the time-frequency plot of coherence, where the correlation between EMG signals was significant as detected using the method developed by Bigot et al. (2011). For statistical purposes, planned comparisons with orthogonal contrasts were conducted (i) on holding time to assess between-*Group* differences during submaximal fatiguing contractions, and (ii) on MVC and IM to assess between-*Group* differences in each *Fatigue* condition (PRE, POST). The significance level was set at $p < .05$.

Results

The three groups showed different neuromuscular performances with (i) higher MVC in ST than in CO and ED before and after fatigue ($p < .05$) (Fig. 1.a) and (ii) greater holding time in ED than CO during submaximal contractions ($p < .05$). Significant areas of intermuscular interactions were systematically detected in all participants before and after fatigue. Planned comparisons showed that IM significantly decreased in CO after the fatigue protocol ($p < .05$) but remained stable between pre- and post-fatigue in both ED and ST ($p > .05$) (Fig. 1.b, *left panel*) concomitantly with a significant decrease in net joint torque in all groups ($p < .05$; Fig. 1.a). Before fatigue (Fig. 1.b, *right panel*), results showed greater IM in CO than in ED ($p < .05$).

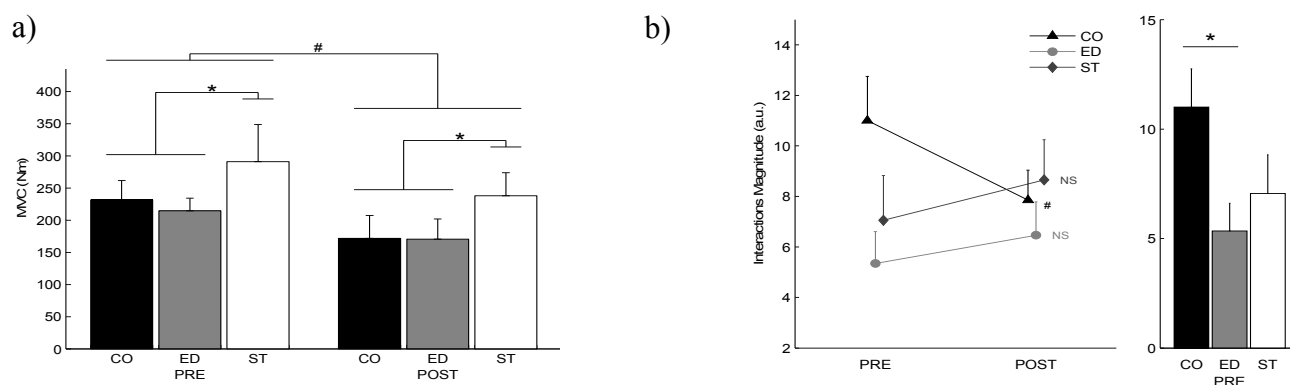


Figure 1. a) Mean (\pm SE) MVC in CO, ED and ST participants before (PRE) and after (POST) fatigue. ‘#’ indicates a significant *Fatigue* effect, while ‘*’ indicates a significant difference with ST. b), *left panel*: Mean (\pm SE) IM in PRE and POST for CO (▲), ED (●) and ST (◆) participants. ‘#’ indicates a significant difference between PRE and POST for the marked group. b), *right panel*: Mean (\pm SE) IM in CO, ED and ST in PRE. ‘*’ indicates significant difference with CO.

Discussion

Our first result was that IM was lower in endurance-trained than in untrained participants before fatigue. The trend observed toward lower IM in strength-trained than in untrained participants ($p = 0.09$) was consistent with the hypothesis that this finding could be interpreted as a form of optimization of intermuscular coupling in trained subjects. Such a change in synchronous activation of the muscles could be associated with neural adaptations induced by training especially at the corticospinal level (Goodwill et al., 2012). Moreover, our results showed no change in IM with fatigue for trained participants, while IM significantly decreased in untrained participants. Concomitantly, our results showed that the decrease of neuromuscular performance associated with fatigue was lower in trained than in untrained participants. These findings suggested that intermuscular coupling might serve as a key mechanism in the synchronous activation of synergistic agonist muscles. In untrained participants, the IM decrease with fatigue could be regarded as altered coupling to the detriment of neuromuscular performance. In trained participants, the absence of fatigue-related change in IM could suggest that, following neural adaptations, intermuscular coupling might play an important role for the maintenance of neuromuscular performance. From a methodological point of view, the modulation of EMG-EMG coherence can be used as a marker of fatigue- and training-related adaptations. Our findings may find application in rehabilitation, and may have potential for improving EMG-based control of artificial limbs or exoskeletons.

References

- Bigot, J., Longcamp, M., Dal Maso, F. & Amarantini, D. (2011). A new statistical test based on the wavelet cross-spectrum to detect time-frequency dependence between non-stationary signals: application to the analysis of cortico-muscular interactions. *NeuroImage*, 55, 1504-1518.
- Farmer, SF., Gibbs, J., Halliday, DM., Harrison, LM., James LM., Mayston, MJ. & Stephens, JA. (2007). Changes in EMG coherence between long and short thumb abductor muscles during human development. *Journal of Physiology*, 579(2), 389-402.
- Goodwill, AM., Pearce, AJ. & Kidgell, DJ. (2012). Corticomuscular plasticity following unilateral strength training. *Muscle Nerve*, 46, 384-393.
- Kattla, S. & Lowery, MM. (2010). Fatigue related changes in electromyographic coherence between synergistic hand muscles. *Experimental Brain Research*, 202, 89-99.
- Pääsuke, M., Ereline, J. & Gapeyeva, H. (1999). Neuromuscular fatigue during repeated exhaustive submaximal static contractions of knee extensor muscles in endurance-trained, power-trained and untrained men. *Acta Physiologica*, 166, 319-326.

The corticokinematic coherence

Mathieu Bourguignon^{1,2,3}

¹Department of Neuroscience and Biomedical Engineering, Aalto University School of Science, Espoo, Finland.

²BCBL, Basque center on Cognition, Brain and Language, Donostia/San Sebastian, Spain.

³Laboratoire de Cartographie fonctionnelle du Cerveau, UNI – ULB Neuroscience Institute, Université libre de Bruxelles (ULB), Brussels, Belgium.

mathieu.bourguignon@aalto.fi

Abstract

Corticokinematic coherence (CKC) reflects the coupling between magneto- or electroencephalographic (MEEG) signals and limb kinematics (Bourguignon et al., 2011). In a typical CKC setting, subjects perform ~3-Hz repetitive hand movement or forefinger tapping, while cortical signals are recorded with MEEG and hand kinematics is recorded with an accelerometer or monitored by any other signal picking up movement rhythmicity (Piitulainen et al., 2013a). CKC peaks at hand movement frequency and its first harmonic, with its main cortical source located in the primary sensorimotor cortex contralateral to hand movement (Bourguignon et al., 2011; Bourguignon et al., 2012).

CKC is also observed during passive finger movements, with similar coherence level and source location compared with active movements (Piitulainen et al., 2013b). Additionally, the coherence is not significantly different between conditions in which finger tapping is performed with vs. without repetitive contact with an external surface. For these reasons, CKC is thought to mainly reflect the proprioceptive feedback to the primary sensorimotor cortex, without major contribution of tactile input or motor efferent signals (Piitulainen et al., 2013b). An even more direct evidence for the proprioceptive origin of CKC was obtained using renormalized partial directed coherence analysis, which showed that the directional coupling between finger kinematics and brain signals during active and passive repetitive finger tapping is considerably stronger in the afferent than in the efferent direction (Bourguignon et al., 2015). Practically, CKC can thus be used as a tool to measure of the cortical responsiveness to proprioceptive input in healthy and diseased individuals.

CKC is also observed during observation of another person's movements (Bourguignon et al., 2013; Marty et al., submitted). In this context, CKC is computed between the observer's MEEG signals and the other person's hand kinematics. CKC with observed movements seems to be more prominent when observing goal-directed than non-goal-directed movements. Both execution and observation of goal-directed actions lead to CKC within a dorsal sensorimotor stream that comprises the primary sensorimotor cortex. Hence, some aspects of movement kinematics processing taking place in dorsal stream sensorimotor cortical areas during action execution seem to be mirrored during the observation of similar action. Such interpretation is still compatible with the proprioceptive origin of CKC, since experimental evidence supports the view that somatosensory information is also mirrored when perceiving the actions of others (Keysers et al., 2010). In summary, our data demonstrate that simple coherence analyses between MEEG signals and the kinematics of observed movements can be used to assess brain encoding of others' actions in a time-sensitive way. This approach opens new perspectives to investigate the mirroring functions in humans in ecological conditions in which observed movements are not perfectly controlled, and can be acted towards a goal.

In this talk, I will present our current knowledge of the CKC phenomenon summarized above, and emphasize the essential differences between CKC and the corticomuscular coherence extensively described in the preceding talks.

References

- Bourguignon, M., De Tiege, X., de Beeck, M.O., Van Bogaert, P., Goldman, S., Jousmäki, V., & Hari, R. (2013). Primary motor cortex and cerebellum are coupled with the kinematics of observed hand movements. *Neuroimage*, 66, 500-507.
- Bourguignon, M., De Tiège, X., Op de Beeck, M., Pirotte, B., Van Bogaert, P., Goldman, S., Hari, R., & Jousmäki, V. (2011). Functional motor-cortex mapping using corticokinematic coherence. *Neuroimage*, 55, 1475-1479.
- Bourguignon, M., Jousmäki, V., Op de Beeck, M., Van Bogaert, P., Goldman, S., & De Tiège, X. (2012). Neuronal network coherent with hand kinematics during fast repetitive hand movements. *Neuroimage*, 59, 1684-1691.
- Bourguignon, M., Piitulainen, H., De Tiège, X., Jousmäki, V., & Hari, R. (2015). Corticokinematic coherence mainly reflects movement-induced proprioceptive feedback. *Neuroimage*, 106, 382-390.
- Keysers, C., Kaas, J.H., & Gazzola, V. (2010). Somatosensation in social perception. *Nature Review Neuroscience*, 11, 417-428.
- Marty, B., Bourguignon, M., Jousmäki, V., Wens, V., Op de Beeck, M., Van Bogaert, P., Goldman, S., Hari, R., & De Tiège, X. (submitted). Cortical kinematic processing of executed and observed goal-directed hand actions.
- Piitulainen, H., Bourguignon, M., De Tiège, X., Hari, R., & Jousmäki, V. (2013a). Coherence between magnetoencephalography and hand-action-related acceleration, force, pressure, and electromyogram. *Neuroimage*, 72, 83-90.
- Piitulainen, H., Bourguignon, M., De Tiège, X., Hari, R., & Jousmäki, V. (2013b). Corticokinematic coherence during active and passive finger movements. *Neuroscience*, 238, 361-370.

Symposium N°4

***Charge d'entraînement, intérêts, limites, influences
sur l'entraînement et la performance***

(Coord. : François Desgorces)

Charge d'entraînement, intérêts, limites, influences sur l'entraînement et la performance

François Desgorces^{1,2}

¹ Université Paris Descartes

² EA 7329, IRMES, Université Paris Descartes

francois.desgorces@parisdescartes.fr

Entraînement et performance sont étroitement liés, la compréhension des phénomènes permettant d'expliquer l'un par l'autre est un enjeu scientifique et sportif de premier plan. La notion de charge d'entraînement, souvent utilisée par les entraîneurs, les athlètes ou même les chercheurs, désigne la quantité de travail réalisé et/ou cumulée. D'un point de vue physiologique, charge externe et interne sont distinguées, la première représente les exercices réalisés, la seconde représente le stress physiologique induit par l'exercice sur un individu donné. Dans la mesure où une durée et une intensité ne représentent pas le même effort pour chacun, la charge interne semble plus valide pour des études scientifiques ou pour un suivi individualisé. Cette charge est définie par l'intensité, la durée, mais aussi par la fréquence de travail (Smith 2003). Bien que la mesure de la charge d'entraînement et l'identification de ses réelles relations à la performance soient des objectifs de premiers plan pour le milieu des sciences du sport, de nombreuses questions restent en suspens. Quelle est la méthode de référence pour quantifier la charge d'entraînement ? Peut-on quantifier de manière similaire tous les types d'exercices physiques ? La quantification ne concerne-t-elle que l'entraînement ou est-elle également nécessaire pour tout protocole en physiologie comparant les effets d'exercices différents ? Comment évoluent la performance ou la fatigue sous l'effet des augmentations de charges ?

Ce symposium vise à présenter à la fois des éléments de réflexion méthodologique quant à la quantification de la charge d'entraînement mais vise également à analyser les relations entre charge d'entraînement et performance.

Liste des communications associées au symposium :

R Candau et al. De l'utilité de la quantification des charges d'entraînement.

JC Hourcade et al. Exercices dissociés ou mixés : effets sur la quantification de la charge d'entraînement.

F Desgorces et al. Quantification de la charge d'entraînement dans les sports de force-vitesse : exemple des saisons sportives de sprint en cyclisme sur piste.

Y Le Meur. Gestion de la charge d'entraînement dans les sports d'endurance: jusqu'où aller?

De l'utilité de la quantification des charges d'entraînement

Robin Candau¹, Antoni Philippe¹, Guillaume Py¹, Angèle Chopard¹ & Fabio Borrani²

¹ Unité de recherche « Dynamique Musculaire et Métabolisme » (UMR 866) UFR STAPS de Université de Montpellier ; ² Department of Physiology, University of Lausanne, Lausanne.
robin.candau@univ-montp1.fr

Introduction

Le développement des outils connectés et des applications en ligne ou sur Smartphones dédiés au recueil des données de l'entraînement rend disponible une multitude d'informations propre à la quantification des charges d'entraînement et permet une approche individualisée et systématique du processus de réponse à l'entraînement. Ce dernier peut maintenant être appréhendé de façon satisfaisante grâce à des fonctions de transferts en vue de procédures de simulation et d'une programmation optimisée de l'entraînement futur pourvu que les charges d'entraînement et les performances de l'athlète ou des membres de l'équipe soient recueillies avec précision. La première difficulté à laquelle se heurtent les entraîneurs et les préparateurs physique réside dans le choix d'une méthode fiable et adaptée pour quantifier et analyser le nombre important de données de l'entraînement immédiatement accessibles. Le problème se pose de façon d'autant plus accrue qu'il existe une grande variété dans les formes d'entraînement. Le but de cette revue de littérature est justement de présenter les méthodes de quantifications des charges qui sont utilisables pour l'analyse de la foultitude de données de l'entraînement disponible.

Méthode de Banister

La méthode de Banister et Hamilton (1985) est particulièrement utile pour quantifier les exercices de type aérobie. Elle est basée sur la mesure des fréquences cardiaques d'exercice. L'intensité de l'exercice est appréciée en prenant en considération la fréquence cardiaque maximale ainsi que la fréquence cardiaque de repos. En d'autres termes, l'intensité est appréciée au travers du % de fréquence cardiaque de réserve maintenu pendant la durée de l'exercice. Au total, la charge d'entraînement est résumée par l'équation suivante :

Charge = Durée · Intensité · Facteur pondération

Où la charge est exprimée en Trimps, la durée en minute, l'intensité est égale à $(F_{c_{exercice}} - F_{c_{repos}}) / (F_{c_{max}} - F_{c_{repos}})$ et le facteur de pondération, sans dimension, est égal à $0,64 e^{1,92 \cdot intensité}$.

Un exemple en endurance : un exercice de réentraînement de 100 min réalisé à une intensité correspondant à 150 battement/min pour un jeune cycliste ayant une fréquence cardiaque max de 200 et une fréquence de repos de 50 :

$$\text{Intensité} = (F_{c_{exercice}} - F_{c_{repos}}) / (F_{c_{max}} - F_{c_{repos}}) = (150 - 50) / (200 - 50) = 0,66$$

$$\text{et facteur de pondération} = 0,64 e^{1,92 \cdot intensité} = 2,3$$

$$\text{Charge} = 100 \cdot 0,66 \cdot 2,3 = 150 \text{ Trimps}$$

Cette méthode présente l'intérêt d'être rapide et applicable à la plupart des exercices de réentraînement y compris pour les exercices intermittents. Soulignons qu'elle prend en considération la fourniture d'origine anaérobie grâce au facteur de pondération introduit dans l'équation 1. Ce facteur de pondération a été précisément établi à partir de l'augmentation de la lactatémie en fonction de l'intensité de l'exercice. Seul bémol à la méthode, les exercices à faibles composantes énergétiques ne peuvent pas être quantifiés avec une grande précision et c'est pour cela qu'une méthode alternative a été proposée.

Méthode de Foster

Dans la méthode de Foster (1998) la charge d'entraînement est calculée d'après un paramètre objectif, celui de la durée de l'exercice en minute et un paramètre subjectif, celui de la difficulté de la séance perçue par l'athlète communément abrégée RPE pour « Ratings of Perceived Exertion » et estimée selon l'échelle numérique de BORG :

$$\text{Charge d'entraînement (en unité arbitraire)} = \text{Durée} \cdot \text{RPE}$$

Il convient de souligner que cette méthode est extrêmement simple à mettre en œuvre et permet

d'aborder tous types d'exercices. Ses limites sont évidentes à cerner dans la mesure où la quantification des charges est dépendante d'un élément subjectif. Si ce dernier aspect ne pose pas de problème majeur pour un athlète entraîné donc très habitué à évaluer la difficulté d'un exercice, il n'en est tout autre pour une personne en réadaptation. Spécialement dans son cas, des douleurs locales et transitoires peuvent rendre très hasardeuses toutes quantifications des exercices. Toutefois d'autres méthodes permettent de pallier à ce problème, celle du centre de masse est décrite ci-dessous.

Méthode du travail mécanique du centre de masse

L'intérêt de la méthode du centre de masse (Fenn, 1930) réside dans son caractère quasiment universel au sens où elle permet la quantification des différents types d'exercices. Plus précisément, elle consiste à quantifier l'énergie qui est nécessaire pour mouvoir le centre de masse : celui de l'athlète dans le cas où l'exercice requiert le déplacement de l'ensemble de son corps plus le cas échéant les masses additionnelles ; celui du segment mobilisé s'il s'agit d'un mouvement localisé à une articulation. Pour que la méthode soit complète, plusieurs types d'énergie et donc de travaux doivent être considérés : le travail cinétique, celui nécessairement fourni pour accélérer une masse ; le travail potentiel, celui nécessairement fourni pour élever une masse contre la force due à la gravité ; le travail de friction qui peut exister avec l'air, ou travail aérodynamique ; et le travail fourni pour vaincre une résistance de roulement ou de friction avec le sol dans le cas d'une locomotion appareillée. Un exemple pour le travail cinétique (W_{cin}) fournit lors de l'établissement du record du Monde sur 100m établi par Usain Bolt (88 kg). Il dépend de la masse, de la vitesse maximale du système en mouvement (V_{max} en m/s) et de la vitesse minimale (V_{min}) :

$$W_{cin} = \frac{1}{2} m (V_{max}^2 - V_{min}^2)$$

Usain Bolt a atteint la vitesse de 44,62 km/h en 4 s pendant la phase initiale d'accélération. En remplaçant chacun des termes de l'équation précédente et en respectant les dimensions en particulier ici la vitesse en m/s conformément aux unités internationales de mesures, le travail fourni par Usain Bolt pour accélérer son centre de masse vaut :

$$W_{cin} = 0,5 \cdot 88 \cdot (44,62/3,6)^2 - 0 = 6,8 \text{ kJ}$$

Notez que la vitesse minimale vaut 0 puisque au coup de canon le coureur est encore immobile dans les starting blocks.

Conclusion

L'ensemble de ces méthodes de quantification présente des degrés de précision très variables. De ce point de vue celle de Foster demeure la plus critiquable. En revanche, cette dernière est facilement applicable surtout dans sa version simplifiée et améliorée c'est à dire sans multiplication par la durée de l'exercice déjà incluse en réalité dans la perception de l'effort. En première approximation, cette méthode est utilisable pour l'ensemble des exercices d'entraînement. Pour une précision accrue les méthodes de Banister et Hamilton ou celle du centre de masse sont à privilégier. Les données de l'entraînement et même les performances étant maintenant immédiatement accessibles, l'approche systématique des réponses à l'entraînement en vue d'optimiser la programmation de l'entraînement va probablement se généraliser pour le plus grand bénéfice des athlètes, entraîneurs et préparateurs physiques. Ces derniers demeureront quoi qu'il arrive le centre d'intégration de l'ensemble des facteurs qui concourt à la performance et apporteront toujours la touche finale aux programmes d'entraînement.

Références

- Banister, E.W., & Hamilton, C.L. (1985). Variations in iron status with fatigue modelled from training in female distance runners. *European Journal of Applied Physiology*, 54(1),16-23.
- Foster, C. (1998). Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30(7), 1164-8.
- Fenn, W.O. (1930). Work against gravity and work due to velocity changes in running. *American Journal of Physiology* 93, 433-462.

Exercices dissociés ou mixés : effets sur la quantification de la charge d'entraînement

Jean-Christophe Hourcade^{1,2}, Philippe Noirez^{1,2}, Michel Sidney³, Jean-François Toussaint^{1,2} & François Desgorces^{1,2}

¹ Université Paris Descartes, Paris, ² IRMES, EA7329, INSEP, Paris, ³ Université de Lille, EA4488 « Activité physique, muscle, santé », Lille

hourcade.jeanchristophe@neuf.fr

Introduction

A l'instar des efforts en football, les séances d'entraînement peuvent organiser les sollicitations de manière dissociée (par exemple, les exercices de sprint puis les exercices d'endurance à la vitesse maximale aérobie, VMA) ou de manière mixée (combinaison de sprint et de course d'endurance à VMA). Identifier les effets de ces organisations suppose de pouvoir quantifier leurs charges d'entraînement (CE) avec des méthodes qui à l'origine, ou de par leur paramètres fondamentaux, peuvent ne pas être totalement adéquats. Notre travail avait pour objectif d'analyser les effets des deux types d'organisation sur la quantification de la CE en utilisant 4 méthodes publiées précédemment.

Méthode

14 sujets entraînés âgés de $21,9 \pm 1,2$ ans ont participé à cette étude. Lors de la première semaine de notre expérimentation, les sujets ont réalisé trois tests: un test du temps limite à vitesse maximale ($T_{limV_{max}}$); après 20min de récupération un test d'évaluation de VMA; après trois jours de récupération, un test du temps limite à VMA (T_{lim100}). Le temps limite à vitesse maximale a été évalué à partir d'un effort maximal de 250m sur piste balisée (tous les 10m) enregistré en vidéo et analysé ultérieurement pour identifier une perte de vitesse de 5%. Les deux semaines suivantes, les sujets ont réalisé dans un ordre aléatoire deux séances d'entraînement (S1 et S2) ayant les mêmes temps de travail et de récupération et les mêmes intensités de travail. S1 consistait à effectuer 12 sprints de 30m avec une récupération passive de 90 secondes, une pause de 6 minutes puis 12 minutes d'efforts alternant 15 sec d'effort à 100% de VMA et 15 sec à 50% de VMA. S2 proposait 12 séquences comportant : un sprint de 30m, récupération passive d'une minute, 1 minute en 15 sec-15 sec (100 et 50% de VMA), 1' de récupération passive. Les CE de ces deux séances ont été quantifiées par quatre méthodes différentes. La méthode « séance-RPE » repose sur la perception de l'effort multipliée par la durée de la séance (Foster et al. 2001). La méthode WER (Work Endurance Recovery) utilise pour un même niveau d'intensité le rapport entre quantité de travail cumulée et le travail limite individuel (Desgorces et al. 2007). Les deux tests de temps limites sont utilisés comme références pour permettre le calcul de la CE avec la méthode WER. Deux méthodes basées sur la fréquence cardiaque (FC) ont été également utilisées, les Training impulse (Trimp; comparaison de la moyenne de FC dans la séance à FC de réserve; Banister et al. 1975) et une méthode basée sur les zones de FC (durée passée dans chacune des zones multipliée par un coefficient de zone; Edwards 1993). Un indice de fatigue pour les répétitions de sprints (Louit et al. 2012) et la détente verticale (Counter movement jump) en début et fin de séance ont également été enregistrés. Les moyennes et écarts-types sont calculés pour toutes les variables. Les différences obtenues entre les deux séances pour chacune des variables sont testées en utilisant le t de Student sur des échantillons appariés après avoir vérifié les conditions de normalité. Le niveau de significativité est fixé à $p < 0.05$.

Résultats

La CE de S1 est supérieure à S2 (14,4%; $p=0,00018$) après calculs basés sur la méthode séance-RPE alors que la CE de S1 est inférieure à S2 (5.8 %; $p=0,001$) pour la méthode des zones de FC (Table 1). Les méthodes WER et TRIMP aboutissent à des CE similaires pour S1 et S2.

Table 1. Charges d'entraînement pour les méthodes basées sur la perception de l'effort (séance-RPE), le temps limite (WER), la fréquence cardiaque moyenne (TRIMP) et les zones de fréquence cardiaque (zones de FC) pour la séance avec des efforts dissociés (S1) et des efforts mixés (S2).

* : significativement différent de S1

	Séance RPE	WER	TRIMP	Zones de FC
Séance 1	360,3±47,6	4,3±0,6	66,0±13,1	127,0±4,2
Séance 2	308,3±59,3*	4,1±0,7	66,4±11,8	134,8±7,0*

En S1, l'indice de fatigue lors de la répétition des sprints est inférieur à S2 (4,8±1,2 vs 5,5±1,4%; p=0,01) alors que la perte de détente verticale est plus importante (-5,1±1,9 vs -3,7±1,2cm ; p=0,02). Bien que la FC moyenne soit similaire en S1 et S2 (p=0,7), S1 a induit un temps passé en zone 90-100% de FCmax supérieur à S2 (236 vs 103sec ; p=0,01) alors que S2 induit des temps supérieurs dans les zones 80-90 (541 vs 694sec ; p=0,001) et 70-80% (628 vs 1015sec ; p=0,0001).

Conclusion

Deux méthodes (TRIMP et WER) fournissent des CE similaires pour S1 et S2, comme le protocole l'établissait au travers des temps de travail et de récupération totaux. Cependant, S1 résulte en une perception de l'effort supérieure, une moindre perte de vitesse en sprint mais une baisse au CMJ supérieure. S2 induit une perte de vitesse plus importante en sprint et un temps passé dans les zones de FC 80-90 et 70-80% plus important. Ces effets de S1 et S2 résultent en une S1 présentant une CE supérieure à S2 après utilisation de la méthode séance-RPE mais inférieure pour la méthode des zones de FC. Le fait que la méthode des zones de FC utilise des coefficients progressant de manière linéaire avec l'intensité pourrait expliquer la différence de quantification observée par rapport à la méthode TRIMP. Nous observons également que les RPE augmentent progressivement au cours des séances suggérant un effet de la durée d'exercice sur RPE. Dans S1 et S2 une perte de vitesse est observée lors des sprints, il est possible que les sujets atteignent en S1 un niveau d'épuisement important lors du travail à VMA alors que les sujets pourraient être capables de maintenir plus longtemps l'effort en S2. Les deux séances mises en place sont des modèles expérimentaux mettant en place les intensités rencontrées lors des efforts en football, il apparaît que l'organisation de ces efforts influence la quantification de la CE. Notre travail, sans complètement identifier de méthode idéale pour quantifier les CE d'exercices à intensités variées, souligne que certaines méthodes présentent des limites pour quantifier la CE de ce type d'exercice.

Références

- Banister, E.W., Calvert, T.W., Savage, M.V. & Bach, T.M. (1975). A systems model of training for athletic performance. *Australian Journal of Sports Medicine*, 7, 57-61.
- Desgorges, F.D., Sénégas, X., Garcia, J., Decker, L. & Noirez, P. (2007). Methods to quantify intermittent exercises. *Applied Physiology Nutrition and Metabolism*, 32(4),762-769.
- Edwards, S. (1993). High performance training and racing. In *The heart rate monitor book*. Edited by S. Edwards. Feet Fleet Press, Sacramento. pp. 113-123.
- Foster, C., Florhaug, J.A., Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, L.A., Parker, S., Doleshal, P. & Dodge, C. (2001). A new approach to monitoring exercise training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15,109-115.
- Louit, L., Louit, A., Bosquet, L. & Guiraud, T. (2012). Repeated Sprints Ability in preadolescent rugby players, *Science et Sports*, 27, 365-368.

Quantification de la charge d'entraînement chez les sprinters : exemple de quantification de saisons sportives en cyclisme sur piste

François Desgorces^{1,2}, Clément Brière¹, Florian Rousseau³, Jean-Christophe Hourcade^{1,2}, Jean-François Toussaint^{1,2} & Philippe Noirez^{1,2}

¹ Université Paris Descartes

² EA 7329, IRMES, Université Paris Descartes

³ INSEP, Paris

francois.desgorces@parisdescartes.fr

Introduction

L'optimisation des programmes d'entraînement suppose que ce qui est réellement réalisé sur le terrain puisse être mesuré pour d'éventuelles transformations. Une notion centrale dans le domaine de la programmation de l'entraînement est celle de la charge d'entraînement (CE). Cette CE correspond à la combinaison de l'intensité, de la durée et de la densité ou fréquence d'exercice (Smith 2003). Si quelques méthodes ont été proposées pour les sports d'endurance, cela a été très peu le cas pour les exercices de force-vitesse et/ ou de sprint. Une méthode de quantification de la CE doit pouvoir mesurer de manière équivalente les exercices de sprint, de musculation ou d'endurance qui composent l'entraînement des sportifs. Cette méthode devrait également pouvoir distinguer le travail réalisé dans chacune des zones d'intensité caractéristiques du programme pour mieux analyser leurs effets respectifs. Ainsi, pour l'entraînement des sprinters, les méthodes basées sur la fréquence cardiaque ou sur la perception de l'effort semblent inopérantes. Cette absence de méthode de quantification pour les exercices de sprint résulte aboutit au fait qu'aucune (à notre connaissance) publication scientifique analysant ou présentant les programmes d'entraînement en sprint sur des saisons sportives n'est disponible. L'objectif de ce travail était de quantifier les CE des cyclistes sur piste « sprinteurs » de haut niveau au cours de trois saisons sportives.

Méthode

Les cahiers d'entraînement de 7 cyclistes sprinters (21.1±2.5 ans en 2009) pour les 30 semaines précédant la compétition sportive majeure de l'année (championnats du monde ou jeux olympiques) ont été analysés pour les saisons 2008-2009-2010. Les volumes d'entraînement réalisés ont été quantifiés en kilomètres parcourus et en tonnes soulevées en musculation. La CE a été quantifiée à l'aide la méthode « Work Endurance Recovery » (WER) qui permet une quantification à postériori et qui est validée pour les exercices d'endurance, de musculation et de sprint (Desgorces et al. 2007). Cette méthode s'appuie sur l'équation suivante : $WER = CW/End_{lim} + \ln(1 + DCW/DCR)$, où CW est le travail cumulé à une intensité donnée, End_{lim} est le travail limite à cette même intensité, et où DCW est la durée cumulée du travail réalisé à une intensité donnée et DCR la durée cumulée des récupérations à cette même intensité. L'utilisation de ces ratios permet de rapporter un nombre de répétition cumulé à un nombre maximal sur une série comme des seconds ou minutes lors des efforts réalisés en vélo. En musculation, le travail des membres inférieurs et supérieurs doit être réalisé pour correspondre au travail plus général mis en jeu à vélo. Les temps limites pour chaque type de séance ont été calculés en fonction des meilleures courbes de puissance SRM des coureurs et à partir de test d'évaluation du nombre de répétitions maximal pour les différents niveaux de force et les mouvements réalisés à l'entraînement au cours des 3 saisons. Pour le volume d'entraînement comme pour la CE, les résultats sont regroupés dans de grandes zones d'intensité d'entraînement pour plus de clarté. Une zone endurance (prolongée : sortie longues sur route, échauffement et récupération lors des séances ; puissance aérobie), une zone sprint (court : 1 à 15 secondes ; prolongé : 15 à 50 secondes), une zone « musculation (travail des membres inférieurs et supérieurs pouvant être distingués ; travail de force et puissance maximales distingués du travail d'endurance de force). Les résultats des calculs de charges sont présentés en unités arbitraires (u.a.) et l'ensemble des résultats en moyenne ± écart-types.

Résultats

Les volumes d'entraînement annuels moyens ont été de 4816 ± 184 km en endurance (endurance prolongée et PMA associées), 133.6 ± 11 km en sprint (court et longs associés), et de 244.9 ± 19 T en musculation (71.8 ± 26.1 en force et puissance maximale et 173.1 ± 15.3 T en endurance de force). L'entraînement en vélo qui se comptabilise en km parcourus fait apparaître que $97.3 \pm 0.7\%$ des kilomètres sont réalisés en endurance (prolongées et PMA associées ; 97.1% pour la seule endurance prolongée).

Les résultats de quantification de la CE qui suivent sont exprimés, ici, en pourcentages annuels moyens de l'ensemble du groupe mais peuvent évidemment être exprimés si nécessaire individuellement et en unités arbitraires de CE. Les pourcentages annuels moyens des CE réalisés en vélo sont de $71.1 \pm 10.1\%$ et en musculation de $28.9 \pm 10.0\%$. Dans les CE réalisées en vélo, $53.1 \pm 11.8\%$ sont réalisés sur piste lors d'exercices de sprint ou de sprint prolongé ; le reste est réalisé sur route en endurance. Les CE en musculation sont à $68.0 \pm 7.2\%$ des exercices de puissance et/ou de force maximale.

Conclusion

Ce premier travail montre que, lorsque l'on dispose des informations ou évaluations nécessaires, les charges d'entraînement issues des programmes de sprinters peuvent être quantifiées avec la méthode WER. Un premier niveau d'analyse est possible pour mieux décrire la répartition des sollicitations des différentes qualités physiques, l'évolution des CE au cours de la saison et les périodes d'entraînement que cela peut faire apparaître. L'utilisation des seuls résultats de la quantification du volume d'entraînement ne permet pas d'aboutir à des proportions d'exercices qui supposeraient de combiner des mètres réalisés en sprint avec des kilomètres en endurance ce qui aboutit au constat que la quasi-totalité de l'entraînement est réalisé en endurance. Il s'agirait également de cumuler les volumes réalisés en vélo et en musculation, de cumuler des kilomètres avec des tonnes ce qui n'est pas très simple d'un point de vue méthodologique. Ce premier travail de quantification de la CE est, pour nous, une étape préalable mais incontournable permettant par la suite d'analyser d'éventuelles relations entre ces charges d'entraînement (totales ou partielles) et des indicateurs de performance ou de fatigue.

Références

- Smith, D.J. (2003). A framework for understanding the training process leading to elite performance. *Sports Medicine*, 33(15),1103-1126.
- Desgorges, F.D., Sénégas, X., Garcia, J., Decker, L. & Noirez, P. (2007). Methods to quantify intermittent exercises. *Applied Physiology Nutrition and Metabolism*, 32(4),762-769.

Intérêt des oscillations harmoniques amorties pour modéliser les effets de l'entraînement sur la capacité de performance du sportif

Stéphane Morin, Saïd Ahmaidiet Pierre-Marie Leprêtre¹

¹ Laboratoire « Adaptations physiologiques à l'exercice et Réadaptation à l'Effort » (EA 3300),
Université de Picardie Jules Verne
stephane.morin@univ-nantes.fr

Introduction

Les relations entre charge d'entraînement (CE) et capacité de performance quotidienne (CPQ) sont le plus souvent le résultat de constats empiriques. Banister et coll. (1975) sont les premiers à formaliser l'existence d'une relation de réciprocity linéaire entre la CE, les effets positifs (l'état de forme) et les effets négatifs (la fatigue) des séances d'entraînement. Toutefois, l'approche linéaire ne semble pas adaptée à la réalité des variations ondulatoires des performances des sportifs entraînés ou experts, mais être plus l'expression de l'évolution des performances des sportifs débutants. Elle ne semble pas non plus adaptée aux stratégies d'organisation des CE en sports collectifs dont le caractère cyclique est rythmé par les nombreuses compétitions sur une période de plusieurs mois. Notre étude propose de tester une modélisation mathématique alternative pour représenter les réponses aux entraînements comme un mouvement oscillatoire harmonique amorti (OHA). Le principe est de considérer que les effets de l'entraînement sont un état non définitif des interactions entre les différents facteurs exogènes et endogènes et que les adaptations sont variables avec le temps, non monotones et non linéaires.

Méthodes

Six volleyeuses professionnelles ont mesuré quotidiennement leur CE (sTRIMP : intensité moyenne perçue × durée de l'entraînement en minutes) et ont réalisé toutes les trois semaines pendant neuf mois des tests de saut avec contre mouvement (CMJ). La capacité de performance quotidienne (CPQ) (figure 1) de chaque journée d'entraînement a été modélisée par une onde dont l'amplitude, après avoir atteint un minimum puis un maximum, diminuait graduellement pour tendre à retourner à son niveau initial durant les jours qui suivent.

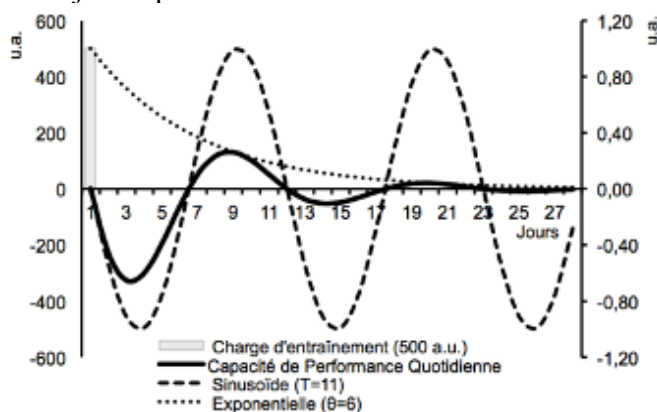


Figure 1 : Exemple d'évolution de la Capacité de Performance Quotidienne (CPQ) ; Dans notre exemple, la charge d'entraînement est fixée à 500 u.a., sur une période T: 11 jours, et un amortissement θ de 6 u.a. La valeur maximale de CPQ atteinte au 9^e jour, est de 130 u.a. La valeur minimale de CPQ est -325 u.a. au 4^e jour d'entraînement.

La variation de CP d'une séance a été schématisée par l'équation du mouvement OHA (Équation 1), dont l'équation est la solution à l'équation différentielle de l'oscillateur harmonique simple auquel on ajoute une résistance de type exponentiel, représentée mathématiquement comme:

$$CPQ_{(t)} = -CE \sin\left(\frac{2\pi t}{T} + \pi\right) e^{-\frac{t}{\theta}}$$

Équation 1

Où CE est exprimée en unité arbitraire (u.a.), $2\pi/T$ la vitesse d'une oscillation complète (T est la période exprimée en jours), t le temps (en nombre de jours depuis le début du cycle d'entraînement) écoulé dans la propagation de l'onde, π est la constante de phase, θ est le paramètre d'amortissement (en u.a.). Une valeur nulle de t était attribuée au premier jour du cycle d'entraînement.

La CPQ au jour t était la somme des CPQ des jours précédents au jour t (Équation 2), CPQ qui pouvaient être positives ou négatives compte tenu de l'éloignement des journées d'entraînement à la dernière journée d'entraînement :

$$CPQ_{(t)} = \sum_{i=1}^{t-1} CPQ_{(t-1,i)}$$

Équation 2

Résultats

Le modèle basé sur le mouvement OHA semble plus précis dans la prédiction de CP en CMJ ($R^2=0,86\pm 0,08$; étendue de 0,73 à 0,97) que le modèle de Banister ($R^2=0,69\pm 0,20$; étendue de 0,24 à 0,81). θ et T étaient positivement corrélés avec l'âge ($\rho=0,90$, $p < 0,01$ et $\rho=0,81$, $p < 0,05$ respectivement). Le mouvement OHA suggère que les variations de CPQ sont de type sinusoïdal et que leurs amplitudes évoluent durant la carrière.

Discussion

Notre étude analyse l'intérêt de modéliser les variations de CPQ au moyen du mouvement OHA. Ce modèle à deux paramètres est plus précis que le modèle de Banister à quatre paramètres. Les valeurs de θ et de T sont proches de celles mentionnées dans la littérature scientifique. Les valeurs de θ sont similaires aux valeurs minimales du paramètre de fatigue τ_2 du modèle de Banister (4 et 6 jours, Busso et coll., 1997). Les valeurs de T sont similaires aux valeurs maximales du paramètre de fatigue τ_2 (11 jours et 12 ± 6 jours; Busso et coll., 1997, Mujika et coll., 1996, respectivement). Cela semble démontrer la forte dépendance de la CPQ à la fatigue plus qu'à l'aptitude (paramètre τ_1 du modèle de Banister). Mais aussi confirmer l'importance des effets cumulés différés dans les variations de CPQ. Les corrélations de T et θ avec l'âge suggèrent que les effets de l'entraînement dépendent de l'expertise du sportif, c'est-à-dire du nombre d'années d'entraînement et de compétition à de hautes CE (Avalos et coll., 2003).

La modélisation basée sur les oscillations harmoniques amorties reflète avec précision les effets cumulés différés des CE. Ces variations cycliques de la CPQ, évolutives dans le temps, semblent être le reflet des stratégies empiriques de planification des entraîneurs (i.e. microcycles, macrocycles, entraînement ondulatoire) et de certains rythmes biologiques. En outre notre modèle ne comporte que deux paramètres en comparaison aux quatre paramètres du modèle de Banister. Toutefois, cette étude nécessite d'autres investigations pour évaluer leur reproductibilité avec un plus grand nombre de sujets.

Références

- Banister, E.W., Calvert, T.W., Savage, M. V., & Bach, T. (1975). A systems model of training for athletic performance. *Australian Journal of Sports Medicine*, 7: 170-176
- Avalos, M., Hellard, P. & Chatard, J.-C. (2003). Modeling the training-performance relationship using a mixed model in elite swimmers. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35(5) : 836-46
- Busso, T., Denis, C., Bonnefoy, R., Geysant, A., & Lacour, J. R. (1997). Modeling of adaptations to physical training by using a recursive least squares algorithm. *Journal of Applied Physiology*, 82(5) : 1685-93
- Mujika, I., Busso, T., Lacoste, L., Barale, F., Greysant, A., Chatard, J.-C., & Mujika, I. (1994). Modeled responses to training and taper in competitive swimmers. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 28(2) : 251-8

Symposium N°5

***Au-delà de l'âge chronologique: Une approche
psychosociale du fonctionnement physique lors
de l'avancée en âge***

(Coord. : Yannick Stephan & Aïna Chalabaev)

Au-delà de l'âge chronologique: Une approche psychosociale du fonctionnement physique lors de l'avancée en âge

Yannick Stephan¹ & Aina Chalabaev²

¹ EA 4556 « Dynamique des Capacités Humaines et des Conduites de Santé », Univ. Montpellier

² EA 3742 « Sport et Environnement Social », Univ. Grenoble Alpes

yannick.stephan@univ-montpl.fr

aina.chalabaev@ujf-grenoble.fr

Le déclin du fonctionnement physique observé lors de l'avancée en âge, illustré notamment par un ralentissement de la vitesse de marche ou une augmentation du risque de chute, est traditionnellement attribué à l'âge chronologique et aux modifications biologiques qui lui sont associées. Cependant, une littérature croissante suggère que cette évolution est aussi le fruit de l'intervention de facteurs psychosociaux (Levy, 2009). En particulier, les perceptions et croyances stéréotypiques des individus à l'égard de leur âge et du processus de vieillissement sont susceptibles d'agir sur les trajectoires de santé, de fonctionnement cognitif, et les risques de mortalité, indépendamment de l'âge réel (Kotter-Grühn, Kleinspehn-Ammerlahn, Gerstorff, & Smith, 2009; Levy, 2009 ; Stephan, Caudroit, Jaconelli, & Terracciano, 2014 ; Stephan, Sutin, Caudroit, & Terracciano, in press). Ce symposium s'inscrit dans la lignée de ces travaux, et propose une approche psychosociale du fonctionnement physique lors de l'avancée en âge. Plus particulièrement, les recherches présentées questionnent les relations réciproques existant entre les perceptions du vieillissement et des indicateurs du fonctionnement physique chez des personnes âgées. Dans un premier temps, et à partir de deux échantillons nord-américains indépendants ayant chacun fait l'objet d'un suivi longitudinal en deux vagues, Stephan, Sutin et Terracciano visent à établir une relation entre l'âge subjectif, i.e. l'âge ressenti par les individus, et l'évolution de la vitesse de marche. Chalabaev et al. évoqueront ensuite les effets *in situ* des stéréotypes, en étudiant comment leur simple présence en situation évaluative peut affecter certains facteurs cognitifs du risque de chute. Sur la base de trois études, Clément-Guillot et ses collaborateurs ont pour objectif de tester si l'adoption d'un style de vie actif par un senior peut remettre en cause le stéréotype traditionnel négatif associé aux seniors. Enfin, l'étude expérimentale de Jaconelli et ses collègues vise à tester si l'âge subjectif est susceptible de varier en fonction de la participation à une tâche physique ou cognitive.

Communications du symposium

Stephan, Y., Sutin, A. R., & Terracciano, A. « Se sentir plus jeune, marcher plus vite » : Etude des relations entre l'âge subjectif et l'évolution de la vitesse de marche lors de l'avancée en âge

Chalabaev, A., Stephan, Y., & Echeverria, P. « Je pense à mon grand âge donc je suis susceptible de tomber » : L'influence des stéréotypes sur des facteurs du risque de chute

Clément-Guillot, C., Forestier, C., Radel, R., & Chalabaev, A. L'activité physique permet-elle aux seniors de se distancier du stéréotype traditionnel qu'on leur associe ?

Jaconelli, A., Kotter-Grühn, D., Weiss, D., Chalabaev, A., Sarrazin, P., & Stephan, Y. L'induction expérimentale d'une tendance au rajeunissement chez les personnes âgées dépend-elle du domaine physique vs. cognitif ?

Références

Kotter-Grühn, D., Kleinspehn-Ammerlahn, A., Gerstorff, D., & Smith, J. (2009). Self-perceptions of aging predict mortality and change with approaching death: 16-year longitudinal results from the Berlin Aging Study. *Psychology and Aging, 24*, 654–667.

Levy, B. R. (2009). Stereotype embodiment: A psychosocial approach to aging. *Current Directions in Psychological Science, 18*, 332-336.

Stephan, Y., Caudroit, J., Jaconelli, A., & Terracciano, A. (2014). Subjective age and cognitive functioning: A 10-year prospective study. *American Journal of Geriatric Psychiatry, 22*, 1180-7.

Stephan, Y., Sutin, A.R., Caudroit, J., & Terracciano, A. (in press). Subjective age and changes in memory in older adults. *The Journals of Gerontology, Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*.

« Se sentir plus jeune, marcher plus vite » : Etude des relations entre l'âge subjectif et l'évolution de la vitesse de marche lors de l'avancée en âge

Yannick Stephan¹, Angelina R. Sutin² & Antonio Terracciano²

¹Laboratoire "Dynamique des Capacités Humaines et des Conduites de Santé" (EA 4556)
Université de Montpellier

²College of Medicine, Florida State University, USA
yannick.stephan@univ-montpl.fr

Introduction

Les paramètres de marche sont considérés comme étant des indicateurs particulièrement pertinents de l'état de santé général des individus lors de l'avancée en âge. Parmi de nombreuses conséquences, un ralentissement de la marche prédit une augmentation des risques de chute, de limitations fonctionnelles, de déclin cognitif, et de mortalité (Abellan Van Kan et al., 2009). La majeure partie des travaux se réfère à l'âge chronologique pour décrire, analyser, et expliquer l'évolution de la vitesse de marche lors du processus de vieillissement. A ce jour, aucune étude n'a envisagé la possibilité que cette évolution puisse être une signature motrice de l'âge subjectif, i.e. l'âge ressenti par les individus. Une littérature croissante témoigne des implications de cette dimension pour le fonctionnement global de l'individu, y compris les risques de mortalité (Kotter-Grühn, Kleinspehn-Ammerlahn, Gerstorf, & Smith, 2009). En particulier, l'âge subjectif est associé à de nombreux processus guidant l'évolution de la vitesse de marche. Ainsi, la tendance à se sentir plus jeune que son âge, i.e. le biais de rajeunissement, contribue à l'adoption d'un style de vie actif (Stephan, Caudroit, Jaconelli, & Terracciano, 2014), au maintien de l'état de santé physique et mental (Demakakos, Gjonca, & Nazroo, 2007; Stephan, Sutin, Caudroit, & Terracciano, in press), des fonctions cognitives et biologiques (Stephan, Sutin, & Terracciano, 2015a; Stephan et al., 2014, in press), qui sont des facteurs modérant le ralentissement de la marche aux âges avancés (e.g. Tolea et al., 2010). Ainsi, sur la base de deux échantillons de personnes âgées, nous avons testé l'hypothèse selon laquelle le biais de rajeunissement contribue à une réduction du déclin de la vitesse de marche lors de l'avancée en âge. Complémentairement, cette étude a testé l'hypothèse d'une association entre le biais de rajeunissement et la réduction du risque de vitesse de marche inférieure à 0.6m/s, correspondant à la valeur seuil de fragilité en deçà de laquelle les risques de chutes, d'hospitalisation et de mortalité sont les plus élevés (e.g. Studenski et al., 2003).

Méthode

Les participants étaient issus de deux échantillons nord-américains indépendants ayant chacun fait l'objet d'un suivi longitudinal en deux vagues. Le premier échantillon (Echantillon 1) était constitué de 3270 individus (57% de femmes; âge moyen= 76.32, Ecart-type= 7.26, Etendue= 65-102 ans) suivis sur 2 ans. Le deuxième échantillon (Echantillon 2) était composé de 2023 participants (58% de femmes; âge moyen= 73.12; Ecart-type= 5.86; étendue= 65-96 ans) suivis sur un laps de temps de 4 ans. L'âge subjectif était évalué dans les deux échantillons à l'aide d'un item demandant aux participants de reporter l'âge ressenti, en années. Le biais d'âge subjectif était calculé en soustrayant cet âge ressenti de l'âge chronologique, la différence étant divisée par l'âge chronologique. La vitesse de marche était évaluée en mètres/secondes aux deux vagues à l'aide d'une épreuve de marche à vitesse préférentielle de 3m (échantillon 1) et de 2.5m (échantillon 2). Dans chaque échantillon, les variables sociodémographiques, les symptômes dépressifs, la pratique d'une activité physique, le nombre de pathologies, le fonctionnement cognitif, l'indice de masse corporel (IMC), et la consommation de tabac étaient inclus en covariants.

Résultats

Dans les deux échantillons, des analyses en régression multiple révèlent que le biais de rajeunissement est associé à une réduction du déclin de la vitesse de marche au cours du temps (Echantillon 1: $\beta = .04$, $p < .01$, Echantillon 2: $\beta = .07$, $p < .001$) indépendamment des variables

démographiques et de la vitesse initiale. Ces associations sont expliquées principalement par la pratique fréquente d'une activité physique, un nombre réduit de pathologie, et un risque plus faible de dépression, et à un niveau moindre par un risque réduit de surpoids et un fonctionnement cognitif préservé. De plus, des analyses par régression logistique mettent en évidence une relation entre le biais de rajeunissement initial et la réduction du risque de vitesse de marche inférieure à 0.6 m/s deux ans (Echantillon 1, OR= 1.14, 95% CI: 1.00-1.29, $p < .05$) et quatre ans plus tard (Echantillon 2 : OR= 1.20, 95% CI: 1.03-1.40, $p < .05$), indépendamment des variables démographiques.

Conclusion

Cette étude est la première à mettre en évidence une relation entre l'âge subjectif et l'évolution de la vitesse de marche dans une population de personnes âgées. Plus précisément, les résultats confirment l'hypothèse selon laquelle le biais de rajeunissement est associé à une modération du déclin de la vitesse de marche. De plus, les analyses complémentaires révèlent que le biais de rajeunissement est associé à une réduction du risque de fragilité au cours du temps, opérationnalisée par la valeur seuil de vitesse de marche inférieure à 0.6 m/s. De plus, ces relations sont observées dans le cadre de deux suivis respectivement de 2 et 4 ans, et indépendamment de l'âge chronologique. L'adoption d'un style de vie actif, la réduction des risques de pathologie et de symptômes dépressifs liés à la tendance à se sentir plus jeune que son âge sont susceptibles d'expliquer en partie sa contribution sur la vitesse de marche. De plus, l'âge subjectif est un marqueur du fonctionnement de certains systèmes biologiques, tels que les systèmes respiratoire et musculaires (Stephan, Sutin, & Terracciano, 2015b), qui peuvent impacter le fonctionnement physique et la mobilité au cours du temps. Au-delà de sa relation avec l'âge chronologique, l'évolution de la vitesse de marche reflète en partie la tendance à se sentir plus jeune ou plus âgé que son âge réel.

Références

- Abellan van Kan, G., Rolland, Y., Andrieu, S., Bauer, J., Beauchet, O., Bonnefoy, M. et al. (2009). Gait speed at usual pace as a predictor of adverse outcomes in community-dwelling older people: an International Academy on Nutrition and Aging (IANA) Task Force. *The Journal of Nutrition Health and Aging*, 13, 881-889.
- Demakakos, P., Gjonca, E., & Nazroo, J. (2007). Age identity, age perceptions, and health: Evidence from the English Longitudinal Study of Ageing. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1114, 279-287.
- Kotter-Grühn, D., Kleinspehn-Ammerlahn, A., Gerstorf, D., & Smith, J. (2009). Self-perceptions of aging predict mortality and change with approaching death: 16-year longitudinal results from the Berlin Aging Study. *Psychology and Aging*, 24, 654-667.
- Stephan, Y., Caudroit, J., Jaconelli, A., & Terracciano, A. (2014). Subjective age and cognitive functioning: A 10-year prospective study. *American Journal of Geriatric Psychiatry*, 22, 1180-1187.
- Stephan, Y., Sutin, A.R., & Terracciano, A. (2015a). Younger subjective age is associated with lower C-reactive protein among older adults. *Brain, Behavior and Immunity*, 43, 33-36.
- Stephan, Y., Sutin, A.R., & Terracciano, A. (2015b). How old do you feel? The role of age discrimination and biological aging in subjective age. *PloS One*, 10(3), e0119293. .
- Stephan, Y., Sutin, A.R., Caudroit, J., & Terracciano, A. (in press). Subjective age and changes in memory in older adults. *The Journals of Gerontology, Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*.
- Studenski, S., Perera, S., Wallace, D., Chandler, J.M., Duncan, P.W., Rooney, E., et al. (2003). Physical performance measures in the clinical setting. *The American Geriatric Soc*, 51, 314-22.
- Tolea, M. I., Costa, P. T., Terracciano, A., Griswold, M., Simonsick, E. M., Najjar, S. S. et al. (2010). Sex-specific correlates of walking speed in a wide age-ranged population. *The Journals of Gerontology, Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 65, 174-184.

« Je pense à mon grand âge donc je suis susceptible de tomber » : L'influence des stéréotypes sur des facteurs de risque de chute

Aïna Chalabaev¹, Yannick Stephan² & Patxi Echeverria³

¹ EA 3742 « Sport et Environnement Social », Univ. Grenoble Alpes

² EA 4556 « Dynamique des Capacités Humaines et des Conduites de Santé », Univ. Montpellier

³ EA 3941 « Centre de Recherches sur le Sport et le Mouvement », Univ. Paris Ouest

aina.chalabaev@ujf-grenoble.fr

Introduction

Un nombre croissant de recherches remet en question l'idée conventionnelle selon laquelle le processus de vieillissement s'explique exclusivement par un déclin physiologique inévitable (Levy, 2009). L'approche psychosociale considère que les stéréotypes liés à l'âge (i.e., les croyances générales sur les personnes âgées) peuvent également affecter la santé de façon significative. Par exemple, des études rapportent que les personnes âgées qui ont des stéréotypes négatifs ont davantage de difficultés à récupérer d'une incapacité que les personnes qui ont des stéréotypes positifs (Levy, Slade, Murphy, & Gill, 2012). Cette influence des stéréotypes est souvent expliquée par leur intériorisation dans les perceptions de soi, qui affectent sur le long terme les comportements de santé (Levy, 2009). Cependant, une influence « *ici et maintenant* » des stéréotypes est également possible. Lorsque l'individu se trouve dans une situation qui met en avant son identité sociale (e.g., son appartenance à la catégorie des personnes âgées), l'activation des stéréotypes qui y sont associés peut être anxiogène pour l'individu, et perturber ainsi son fonctionnement physique ou cognitif (e.g., Lamont, Swift, & Abrams, 2015). L'objectif de cette étude est d'examiner si ce phénomène de *menace du stéréotype* (Steele, 1997) peut affecter un facteur cognitif important du risque de chute : le vagabondage d'esprit ou attention soutenue, c'est-à-dire la tendance de l'individu à avoir l'esprit « ailleurs », ou à ne pas focaliser son attention sur la tâche demandée (Langner & Eickhoff, 2013). En effet, des études récentes indiquent que les capacités d'attention soutenue sont reliées négativement au risque de chute (Nagamatsu, Kam, Liu-Ambrose, Chan, & Handy, 2013). La présente étude vise à examiner si l'activation de stéréotypes négatifs à propos des capacités cognitives des personnes âgées peut conduire à une augmentation de leur vagabondage d'esprit.

Méthode

Vingt personnes âgées (16 femmes et 4 hommes, $M_{\text{âge}} = 78.2$ ans, $ET = 6.45$) résidant en maison de retraite ont participé à cette étude. Elles ont été soumises aux deux conditions expérimentales de façon successive. Dans la condition d'activation des stéréotypes, il leur était dit que l'objectif de la tâche était d'investiguer les différences de performance en fonction de l'âge, et que leur performance serait comparée à celle de jeunes adultes ayant entre 18 et 30 ans. Dans la condition contrôle, il leur était indiqué que l'objectif de la tâche était d'étudier les différences de performance parmi les personnes âgées, et que leur performance serait comparée à celle de personnes ayant plus de 65 ans. L'ordre des conditions expérimentales a été contre-balancé entre les participants. Suite à chacune de ces consignes, les participants effectuaient une tâche mesurant leur attention soutenue (Sustained Attention to Response Task, Robertson, Manly, Andrade, Baddeley, & Yiend, 1997). Il s'agit d'une tâche de GO/NOGO dans laquelle des chiffres apparaissent chaque seconde sur l'écran d'un ordinateur. Les participants doivent répondre en pressant une touche du clavier à chaque fois qu'un chiffre apparaît (stimuli GO), sauf s'il s'agit du chiffre 3 (stimulus NOGO). Cette tâche permet de mesurer différents degrés d'attention soutenue (Cheyne, Solman, Carriere, & Smilek, 2009) : les fluctuations attentionnelles au cours de la tâche (coef. variation $\frac{ET_{\text{temps rép.}}}{M_{\text{temps rép.}}}$), les réponses automatiques (temps de réponse < 100ms), et l'absence de réponses lorsqu'un stimulus GO apparaît (omissions).

Résultats

Des tests *t* de Student sur groupes appariés ont été réalisés sur les différents indicateurs d'attention soutenue, après avoir vérifié l'absence d'effet d'ordre des conditions expérimentales. Les résultats indiquent un effet marginal de l'induction des stéréotypes sur le coefficient de variation des temps de réponse, $t(19) = 1.85, p = .08$. Autrement dit, les personnes âgées ont eu tendance à avoir une attention plus fluctuante au cours de la tâche lorsqu'ils pensaient que leurs performances seraient comparées à celles de jeunes adultes, par rapport à la condition où il leur était dit que leurs performances seraient comparées à celles d'autres personnes âgées. Les résultats indiquent également des effets significatifs sur le nombre de réponses automatiques, $t(19) = 2.33, p = .03$, et le nombre d'omissions, $t(19) = 2.45, p = .02$. Plus précisément, les participants ont répondu de façon plus automatique et ont davantage omis de répondre lorsqu'ils pensaient être comparés à des adultes plus jeunes.

Discussion

Les résultats confirment que l'attention soutenue ou vagabondage d'esprit peut être affectée par le phénomène de menace du stéréotype. Dans une situation où l'identité sociale liée à l'âge était mise en avant, les participants ont eu une attention soutenue plus faible que lorsque cette identité était moins mise en avant. En accord avec la théorie de la menace du stéréotype, cette diminution des performances attentionnelles peut être due au caractère anxiogène que la comparaison avec des individus plus jeunes peut représenter. Cette situation peut être en effet dévalorisante pour les personnes âgées qui sont visées par des stéréotypes négatifs quant à leur capacités cognitives. Dans leur ensemble, cette étude apporte un soutien aux effets *in situ* des stéréotypes et à l'idée que les performances des personnes âgées s'expliquent en partie par le contexte social dans lequel elles se trouvent. En d'autres termes, il semble qu'en complément du déclin physiologique lié au vieillissement, les stéréotypes peuvent contribuer à créer leur propre réalité. Étant donné que l'attention soutenue est un facteur de risque de chute, il semble important de mieux comprendre dans quelle mesure le contexte dans lequel les personnes âgées évoluent peut favoriser ou réduire ce risque.

Références

- Cheyne, A. J., Solman, G. J. F., Carriere, J. S. A., & Smilek, D. (2009). Anatomy of an error: A bidirectional state model of task engagement/disengagement and attention-related errors. *Cognition*, 111, 98-113.
- Lamont, R. A., Swift, H. J., & Abrams, D. (2015). A review and meta-analysis of age-based stereotype threat: Negative stereotypes, not facts, do the damage. *Psychology and aging*, 30, 180-193.
- Langner, R., & Eickhoff, S. B. (2013). Sustaining attention to simple tasks: A meta-analytic review of the neural mechanisms of vigilant attention. *Psychological Bulletin*, 139, 870-900.
- Levy, B. R. (2009). Stereotype embodiment: A psychosocial approach to aging. *Current Directions in Psychological Science*, 18, 332-336.
- Levy, B. R., Slade, M. D., Murphy, T. E., & Gill, T. M. (2012). Association between positive age stereotypes and recovery from disability in older persons. *JAMA*, 308, 1972-1973.
- Nagamatsu, L. S., Kam, J. W. Y., Liu-Ambrose, T., Chan, A., & Handy, T. C. (2013). Mind - wandering and falls risk in older adults. *Psychology and Aging*, 28, 685 - 691.
- Robertson, I. H., Manly, T., Andrade, J., Baddeley, B. T., & Yiend, J. (1997). "Oops!": Performance correlates of everyday attentional failures in traumatic brain injured and normal subjects. *Neuropsychologia*, 35, 747-758.
- Steele, C. M. (1997). A threat in the air: How stereotypes shape intellectual identity and performance. *American Psychologist*, 52, 613-629.

L'activité physique permet-elle aux seniors de se distancier du stéréotype traditionnel qu'on leur associe ?

Corentin Clément-Guillotin¹, Cyril Forestier¹, Rémi Radel¹, Aina Chalabaev²

¹ Laboratoire « Motricité Humaine, Education, Sport, Santé » (LAMHESS, EA 6312),
Université Nice Sophia Antipolis

² Laboratoire « Sport et Environnement Social » (SENS, EA 3742),
Université Joseph Fourier Grenoble
corentin.clementguillotin@yahoo.fr

Introduction

Les bienfaits de l'activité physique pour la santé des seniors ont très largement été identifiés sur un plan individuel physique et psychologique (Chodzko-Zajko, Schwingel, & Park, 2009). Au niveau social, les effets de l'activité physique pour cette population sont encore peu étudiés. Nous avons alors examiné si être actif physiquement chez un senior peut remettre en cause le stéréotype traditionnel négatif associé aux seniors. En effet, les seniors sont souvent jugés en termes négatifs (Ng, Allore, Trentalange, Monin, & Levy, 2015). Perçus en particulier comme un groupe de bas statut social, les seniors sont stéréotypés comme chaleureux mais peu compétents de manière consistante à travers les cultures et contextes (Cuddy, Fiske, & Glick, 2008). Une discrimination est alors régulièrement observée dans plusieurs domaines sociaux comme le monde médical, où cette population est souvent mal considérée dans les interactions praticien-patient (Pasupathi & Löckenhoff, 2002), ou le monde du travail où les seniors ont des difficultés à trouver un emploi (McCann & Giles, 2002). Il est par conséquent crucial d'identifier des stratégies qui pourraient aider les seniors à faire face à ces pratiques discriminatoires. En nous appuyant sur les cadres théoriques du *Stereotype Content Model* et du *Behaviors from Intergroup Affect and Stereotypes Map* (Cuddy et al., 2008), deux études expérimentales ont été réalisées pour questionner, dans un contexte général et dans un contexte professionnel, si le contenu du stéréotype traditionnel associé aux seniors (Chaleur haute/Compétence basse) pouvait être modifié positivement (i.e., Chaleur haute/Compétence haute) lorsque le groupe des seniors est décrit comme actif physiquement. Dans une troisième étude, nous avons interrogé si des seniors réellement actifs physiquement percevaient et endossaient différemment le contenu du stéréotype, en comparaison de seniors sédentaires.

Méthode

Etude 1. Nous avons comparé comment 94 participants (*M*âge = 24.48 ans, *ET* = 7.15 ans) jugeaient un des trois groupes (i.e., les seniors, les seniors actifs physiquement, et les seniors actifs socialement) au niveau des variables suivantes : statut et compétition perçus, jugements de chaleur et compétence, et réactions émotionnelles et comportementales.

Etude 2. Les participants étaient des employés de l'Université de Nice Sophia Antipolis et Toulon, membres du personnel BIATSS (Bibliothèques, ingénieurs, administratifs, techniciens, de service et de santé) (*M*âge = 42.2 ans, *ET* = 12.3 ans, *N* = 100). Ils lisaient une description d'un collègue hypothétique présenté différemment selon la condition: cible contrôle, cible exercice solitaire, cible exercice social, cible vie active, et cible active socialement. Ils évaluaient ensuite la cible sur des items mesurant la chaleur et la compétence perçues.

Etude 3a. Trois groupes de quatre-vingts personnes, distinguées selon leur tranche d'âge, (*M*âge = 60.64 ans ; *M*âge = 71.05 ans ; *M*âge = 80.41 ans) ont été interrogés sur leur propre perception de chaleur et de compétence. La moitié de ces participants étaient actifs physiquement, tandis que l'autre moitié des participants étaient faiblement actifs.

Etude 3b. Trois groupes de quatre-vingt personnes ($M\grave{a}ge = 61$ ans ; $M\grave{a}ge = 70.04$ ans ; $M\grave{a}ge = 81.47$) ont été interrogés sur la perception de chaleur et de compétence qu'ils avaient de leur groupe d'âge respectif (i.e., le groupe des 55-64 ans, le groupe des 65-74 ans, et le groupe des 75 ans et plus). La moitié de ces participants étaient actifs physiquement, tandis que l'autre moitié des participants étaient faiblement actifs.

Résultats

Etude 1. Les résultats ont montré que le groupe des seniors actifs physiquement était associé avec un statut social et une compétence plus élevée. Le groupe des seniors actifs physiquement était en particulier perçu comme un groupe admiré suscitant à la fois des comportements d'aide et d'association à son encontre.

Etude 2. Les cibles décrites comme actives physiquement et/ou actives socialement étaient perçues comme plus compétentes que la cible contrôle.

Etude 3a. Quel que soit le groupe d'âge, les participants actifs physiquement se percevaient comme plus compétents que les participants faiblement actifs physiquement. Aucune différence n'était constatée entre ces deux groupes au niveau de leurs jugements de chaleur.

Etude 3b. Quel que soit le groupe d'âge jugé, les participants actifs physiquement percevaient le groupe d'âge auquel ils appartenaient comme plus compétents que les participants faiblement actifs physiquement. Aucune différence n'était constatée entre ces deux groupes au niveau de leurs jugements de chaleur.

Conclusion

Au delà de la perspective de santé associée à la pratique régulière de l'activité physique pour les seniors, les résultats de ces études ouvrent une perspective sociale optimiste où être actif physiquement semble un excellent moyen pour remettre en cause le contenu du stéréotype associé aux seniors très largement répandu et résistant (Chaleur haute/Compétence basse). En particulier, la pratique de l'activité physique chez un seniors semble permettre d'augmenter la perception de compétence à la fois dans l'œil d'autrui mais aussi dans l'œil du senior lui-même. Les jugements de compétence ayant une importance majeure dans la vie sociale (Cuddy et al., 2008), la pratique de l'activité physique chez les seniors pourrait alors aller jusqu'à permettre une meilleure intégration sociale des seniors et diminuer les discriminations dont ils sont victimes.

Références

- Chodzko-Zajko, W., Schwingel, A., & Park, C. H. (2009). Successful aging: The role of physical activity. *American Journal of Lifestyle Medicine*, 3, 20-28.
- Cuddy, A. J. C., Fiske, S. T., & Glick, P. (2008). Warmth and competence as universal dimensions of social perception: The Stereotype Content Model and the BIAS Map. In M. P. Zanna (Ed.), *Advances in Experimental Social Psychology* (Vol. 40, pp. 61-149). New York, NY: Academic Press.
- Ng, R., Allore, H. G., Trentalange, M., Monin, J. K., & Levy, B. R. (2015). Increasing Negativity of Age Stereotypes across 200 Years: Evidence from a Database of 400 Million Words. *PLoS ONE*, 10(2): e0117086.
- McCann, R., & Giles, H. (2002). Ageism in the workplace: A communication perspective. In T. D. Nelson (Ed.), *Ageism: Stereotyping and prejudice against older persons* (pp. 163-199). Cambridge, MA: MIT Press.
- Pasupathi, M., & Löckenhoff, C. E. (2002). Ageist behavior. In T. D. Nelson (Ed.), *Ageism: Stereotyping and prejudice against older persons* (pp. 201-246). Cambridge, MA: MIT Press.

L'induction expérimentale d'une tendance au rajeunissement chez les personnes âgées dépend-elle du domaine physique vs. cognitif ?

Alban Jaconelli¹, Dana Kotter-Grühn², David Weiss³, Aïna Chalabaev¹, Philippe Sarrazin¹ & Yannick Stephan⁴

¹ Laboratoire « Sport et Environnement Social » (EA 3742), Université Grenoble Alpes

² Department of Psychology & Neuroscience, Duke University

³ Department of Sociomedical Sciences, Columbia University

⁴ Laboratoire « Dynamique des Capacités Humaines et des Conduites de Santé » (EA 4556), Université Montpellier

alban.jaconelli@ujf-grenoble.fr

Introduction

Un nombre croissant d'études souligne le potentiel explicatif de l'âge subjectif, i.e., l'âge que se donnent les individus, pour le fonctionnement global des personnes âgées, indépendamment de l'âge chronologique. En effet, la tendance à se percevoir plus jeune que son âge réel (i.e., le biais de rajeunissement) contribue positivement au fonctionnement physique (Stephan, Chalabaev, Kotter-Grühn, & Jaconelli, 2013) et cognitif (Stephan, Caudroit, Jaconelli, & Terracciano, 2014; Stephan, Sutin, Caudroit, & Terracciano, in press) lors de l'avancée en âge. Cependant, malgré ses implications, peu d'études expérimentales ont tenté de manipuler l'âge subjectif afin d'induire un biais de rajeunissement. Récemment, Stephan et al. (2013) ont démontré qu'une manipulation des processus de comparaison sociale favorable dans le domaine physique génère une augmentation de la tendance à se rajeunir chez les personnes âgées. Inversement, Hughes, Geraci et De Forrest (2013) ont montré que le simple fait de participer à une tâche de mémoire induit un biais de vieillissement chez les personnes âgées, car elle activerait des stéréotypes négatifs liés au vieillissement selon lesquels la mémoire décline inévitablement avec l'âge. Cependant, Hugues et al. (2013) n'ont pas tenté d'induire un biais de rajeunissement dans le domaine cognitif. Ainsi, à ce jour, le degré auquel les variations de l'âge subjectif dépendent du domaine cognitif ou physique n'a pas été établi. Sur la base de Stephan et al. (2013), notre étude avait donc pour objectif principal de tester si l'induction d'un biais de rajeunissement est dépendante du domaine, i.e., cognitif ou physique. Nous formulons l'hypothèse selon laquelle le domaine mnésique serait moins susceptible de générer un biais de rajeunissement en comparaison du domaine physique, du fait du poids plus important des stéréotypes négatifs liés au vieillissement de la mémoire (Lamont, Swift, & Abrams, 2015). Nous avons aussi examiné si l'effet de la manipulation s'étend à l'âge subjectif mnésique (i.e., l'âge que se donnent les individus par rapport à leur mémoire) et l'âge subjectif physique (i.e., l'âge que se donnent les individus par rapport à leur force physique).

Méthode

Cent quatre participants âgés de 61 à 94 ans ($M = 78.67$ ans ; $ET = 8.68$) ont été répartis aléatoirement dans deux domaines (i.e., mémoire ou force physique), puis dans deux conditions (i.e., expérimentale ou contrôle). Après une tâche de mémoire ou de force de préhension, les participants des conditions expérimentales recevaient un feedback positif sur leur performance par comparaison avec les individus de leur groupe d'âge, alors que les participants des conditions contrôles ne recevaient aucune information. Avant la tâche et après la manipulation, les participants devaient indiquer sur une échelle d'âge allant de 0 à 120 ans, l'âge qu'ils se donnaient d'une manière générale, par rapport à leur mémoire et par rapport à leur force physique.

Résultats

Pour chaque dimension de l'âge subjectif, une analyse de variance (ANOVA) a été réalisée pour chaque domaine avec la condition (2 : expérimentale, contrôle) comme facteur inter-sujets et le temps (2 : pré-manipulation, post-manipulation) comme facteur intra-sujets.

Âge subjectif. L'analyse réalisée dans le domaine mnésique a révélé un effet significatif du

Temps, $F(1, 52) = 5.91$, $p = 0.02$, $\eta_p^2 = 0.10$, alors que l'interaction Temps x Condition n'était pas significative, $F(1, 52) = 0.42$, $p = 0.52$. Ces résultats suggèrent que les participants se sentent plus âgés suite à la réalisation de la tâche de mémoire, indépendamment du feedback reçu. Pour le domaine physique, nous avons trouvé une interaction Temps x Condition, $F(1, 48) = 5.18$, $p = 0.03$, $\eta_p^2 = 0.10$. En effet, les participants dans la condition expérimentale se perçoivent plus jeunes après la manipulation ($p = 0.01$), alors qu'aucun changement significatif n'est observé pour les participants de la condition contrôle ($p = 0.34$).

Âge subjectif mnésique. Nous n'avons trouvé aucun effet significatif dans le domaine mnésique. Pour le domaine physique, l'analyse a révélé un effet significatif du Temps, $F(1, 48) = 4.11$, $p = 0.048$, $\eta_p^2 = 0.08$, suggérant que les participants se perçoivent plus jeunes en termes de mémoire, indépendamment du feedback donné.

Âge subjectif physique. L'analyse dans le domaine mnésique n'a révélé aucun effet significatif. Pour le domaine physique, l'analyse a révélé des effets significatifs du Temps x Condition, $F(1, 48) = 5.31$, $p = 0.03$, $\eta_p^2 = 0.10$, et de la Condition, $F(1, 48) = 7.70$, $p = 0.008$, $\eta_p^2 = 0.14$. Les participants dans la condition expérimentale tendent à se sentir plus jeunes en termes de force physique après la manipulation ($p = 0.05$). Aucun changement significatif n'est observé pour les participants de la condition contrôle ($p = 0.32$).

Conclusion

Dans la lignée de Stephan et al. (2013) et de notre hypothèse, cette étude démontre que la manipulation des processus de comparaison sociale favorable dans le domaine physique génère une augmentation du biais de rajeunissement. Cependant, conformément aux attentes, aucun effet n'est observé en réponse à l'exposition à un feedback positif dans le domaine mnésique. Au contraire, le biais de rajeunissement tend à diminuer chez tous les participants indépendamment du feedback reçu. Il est possible que le domaine mnésique véhicule des stéréotypes négatifs selon lesquels les capacités mnésiques déclinent inévitablement lors du vieillissement, qui sont plus fortement intériorisés que ceux du domaine physique (Lamont et al., 2015), pouvant par conséquent annuler l'effet potentiel du feedback positif. De plus, l'effet du feedback positif dans le domaine physique ne s'étend pas à l'âge subjectif mnésique et physique, suggérant que les âges subjectifs spécifiques pourraient être moins sensibles à une manipulation que l'âge que se donnent les individus d'une manière générale. Pris dans leur ensemble, ces résultats enrichissent donc les connaissances existantes sur l'âge subjectif et ouvrent la voie aux futurs travaux s'intéressant à l'induction d'un biais de rajeunissement chez les personnes âgées.

Références

- Hughes, M. L., Geraci, L., & De Forrest, R. L. (2013). Aging 5 Years in 5 Minutes: The Effect of Taking a Memory Test on Older Adults' Subjective Age. *Psychological Science*, 24(12), 2481–2488. doi:10.1177/0956797613494853
- Lamont, R. A., Swift, H. J., & Abrams, D. (2015). A review and meta-analysis of age-based stereotype threat: Negative stereotypes, not facts, do the damage. *Psychology and Aging*, 30(1), 180–193. doi:10.1037/a0038586
- Stephan, Y., Caudroit, J., Jaconelli, A., & Terracciano, A. (2014). Subjective Age and Cognitive Functioning: A 10-Year Prospective Study. *The American Journal of Geriatric Psychiatry*, 22(11), 1180–1187. doi:10.1016/j.jagp.2013.03.007
- Stephan, Y., Chalabaev, A., Kotter-Grühn, D., & Jaconelli, A. (2013). "Feeling younger, being stronger": An experimental study of subjective age and physical functioning among older adults. *The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 68(1), 1–7. doi:10.1093/geronb/gbs037
- Stephan, Y., Sutin, A. R., Caudroit, J., & Terracciano, A. (in press). Subjective age and changes in memory in older adults. *The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*. doi:10.1093/geronb/gbv010

Symposium N°6

***Analyser l'activité humaine en contexte à partir
d'approches mixtes ? Illustrations dans des
situations de compétition et d'intervention en
sport***

(Coord. : David Adé & Ludovic Seifert)

Analyser l'activité humaine en contexte à partir d'approches mixtes ? Illustrations dans des situations de compétition et d'intervention en sport.

David Adé¹ & Ludovic Seifert¹

¹ EA 3832 « Centre d'Etude et des Transformations des Activités Physiques et Sportives »,
UFR STAPS, Université de Rouen
david.ade@univ-rouen.fr

Etudier l'activité humaine dans le paradigme de la complexité (Clergues, 1997) est la quête de nombreuses études récentes qui partagent une conception de l'activité comme système complexe. Les propriétés d'auto-organisation, d'émergence et holistiques d'un système complexe structurent ainsi en arrière plan les recherches inscrites dans la démarche des approches mixtes. Dans le champ des sciences et techniques des activités physiques et sportives, c'est sur le terrain de l'expertise en sport et de l'ergonomie que les approches mixtes se sont principalement développées avec une option méthodologique forte articulant des données qualitatives et quantitatives (e.g., Gal-Petitfaux, Adé, Poizat & Seifert, 2013 ; Saury, Nordez & Sève, 2010). Plus récemment d'autres options ont été prises consistant par exemple à convoquer des outils méthodologiques étrangers à l'observatoire du cadre méthodologique de référence dans le but de « faire parler » autrement des données originelles. La diversité des méthodes éprouvées lors de différentes études se réclamant des approches mixtes nous semble donc devoir être questionnée : dans quelle mesure, pour la validité scientifique du travail, peut-on garantir une compatibilité ontologique et épistémologique des outils, méthodes, théories, objets d'étude ou questions de recherche qui vont être articulés ? Comment qualifier les relations entre les éléments convoqués sachant qu'entre l'assujettissement et l'intégration, ces relations ne cristallisent pas les mêmes enjeux ? Quelles perspectives scientifiques pour les approches mixtes : l'enrichissement d'un courant scientifique ou la création de nouveaux ? Ce symposium regroupe 4 études convergentes dans leur souci de prendre en compte la dimension située de l'activité, de retranscrire la dynamique de processus, d'analyser des transformations conjointes et de repérer de la généricité dans des singularités ; à partir d'opérationnalisations différentes de l'approche mixte. La première étude articule des données de natures différentes ; les trois suivantes des théories et des méthodologies. Chaque présentation vise à discuter le potentiel des options retenues, d'en explorer les limites, et d'envisager les évolutions possibles ou du moins permises.

Références

- Clergue, G. (1997). *L'apprentissage de la complexité*. Paris : Hermès.
- Gal-Petitfaux Nathalie, Adé, D., Poizat, G. & Seifert (2013). « L'intégration de données biomécaniques et d'expérience pour comprendre l'activité de nageurs élites et concevoir un dispositif d'évaluation ». *Le travail humain*, 76, 257-282.
- Saury, J., Nordez, A. & Sève, C. (2010). Coordination interindividuelle et performance en aviron : apports d'une analyse conjointe du cours d'expérience des rameurs et de paramètres mécaniques. *Activités*, 7, 2-27.

Liste des communications associées au symposium :

1. Combining first- and third-person data: The study of real-time interpersonal coordination in an expert rowing crew. (Jérôme Bourbousson, MIP, UFRSTAPS, Université de Nantes).
2. Rendre compte de la dynamique de l'activité d'élèves en course d'orientation : application de modèles de Markov dérivants aux données d'expérience. (Clément Jourand, CETAPS, Université de Rouen).
3. Juxtaposer des cadres théoriques différents en vue de mieux décrire l'agir : le cas du retour de service au tennis chez des joueurs experts. (Sami Mecheri, CesamS, Université de Caen).
4. L'interdisciplinarité entre les approches dynamiques et situées : le cas de l'étude de l'activité d'éducateurs socio-sportifs en formation (Déborah Nourrit, MAPMO, Université d'Orléans).

Combining first- and third-person data: The study of real-time interpersonal coordination in an expert rowing crew

Jérôme Bourbousson¹, Mehdi R'Kiouak¹, David Adé², Julien Lardy¹, Ludovic Seifert², Régis Thouvarecq², Antoine Nordez¹, Jacques Saury¹

¹Laboratoire « Motricité, Interactions, Performance » (EA 4334)

²Laboratoire CETAPS (EA 3832)

jerome.bourbousson@univ-nantes.fr

Introduction

During the last decade, a first panel within the researches concerned with interpersonal coordination in sport has been conducted by focusing on information sharing mechanisms by making an extensive use of phenomenological interview techniques (i.e., a radical first-person approach) (Bourbousson et al., 2012). Alternatively, a second panel has been pervasive that used third-person approaches to describing the activity from the outside. These researches mainly searched for the mathematical laws that govern such a cooperative coupling (e.g., Passos et al. 2008). Inspired by mixed approaches designs, the main contribution of the present study was methodological, as it combines the use of first- and third-person approaches to understand interpersonal coordination phenomena (Poizat et al., 2012). More specifically, the verbal communications that emerge during an ongoing interpersonal coordination effort were the starting point of our methodological attempt, and allowed for describing how an individual activity operates to change the state of interpersonal coordination as measured at different levels of description. Three study objectives were pursued: (a) identify the subjective concerns that led a given team member to perform a verbal communication in the real-time team coordination, (b) identify the consequences that the verbal communications caused on the intended team member, and (c) identify the changes around the verbal communications within the physical and material setting.

Methods

A senior men's coxless pair crew from Pole France participated in this study. The rowing activity was studied during a 3000-meters race against the clock, which lasted 10 min and 49 s. In order to investigate each participant's point of view about the race, phenomenological data, also called first-person data, have been collected that describe how each instant of the race was experienced (i.e., thanks to self-confrontation interview). Step-by-step analysis of this experience allowed for building the course of experience of each team member. The rowers' courses of experience were time synchronized so that we could compare the similarities and differences in their perceptions around each verbal communication occurrence (i.e., 17 verbal communications were processed). Then, to describe the mechanical correlates of each verbal communication, we also equipped the boat and oars with an acquisition system that offered third-person data at each instant of the race: stroke strength and power produced by the individual; instantaneous velocities and their variability (SD) to capture the movement of the boat; continuous relative phase to capture the degree of rowing synchronization between individual oar forces and oar angles produced. A mixed analysis of courses of experience and mechanical parameters was performed. This analysis allowed for matching the subjective concerns that prevail to a given verbal communication with how it was experienced by the intended team member, and with the dynamics of the mechanical variables.

Results

The description of the subjective concerns for making use of verbal communication indicated two main concerns for using a verbal communication, that were "together act on the boat speed" and "together act the interpersonal coordination effectiveness". The identification of the effects that the verbal communications caused on the recipient indicated three forms of effects. These effects were related to acting on the boat, or on the interpersonal coordination respectively, as to not consider the verbal communication. At the level of individual mechanical parameters, the results reveal, at the individual level of description, that the most affected parameter was the stroke power. Then, for more than half of the communications (9/17), the emitter of the verbal communication changed his individual mechanical signatures after having communicated, while the mechanical parameters of

the intended recipient changed for near-to-two-third (11/17) of the data set. Considering together the boat-, interpersonal- and individual-levels of description of the mechanical variations, the results then show that individual parameters may change without any effect observed at the same time on the boat or the interpersonal coordination (i.e., communications 1-3). They also show that when team members both change their stroke power, the simultaneous effects observed at the boat- and interpersonal-levels of description are not always similar. Then focused on the boat- and interpersonal-levels of description, the comprehensive analysis of the forms of changes observed in the setting pointed out three categories of changes, that were: (a) The change in the setting is similar to what was subjectively expected by the emitter; (b) the change in the setting was not similar to what was subjectively expected by the emitter, but remained compatible to an enhancement of the overall crew's performance, and (c) the change in the setting was the inverse to what was subjectively expected by the emitter. A detailed comprehensive analysis of these forms points out that only three (3/17) verbal communications were associated with counter-productive effects in the real-time crew's performance. Finally, the results show that 2/5 of the successful communications were associated with positive changes in the setting (i.e., mechanics), and that 8/12 of the 'missed' verbal communications were associated with such positive changes.

Discussion

The present study combined first-person (i.e., subjective) and third-person (i.e., mechanical) data to account for what the emitter aimed to do with the verbal communication, how the recipient experienced it, and how the rowers, their coordination and the boat behave around this speech act. This side-by-side comparison pointed out that lot of the verbal communications had consequences on the recipient, but most of them were not received as expected from the point of view of the emitter. Most of time, the verbal communications led to an increase of the variability of indicators, rather to stabilization, indicating that the communications implied, as their main effect, an immediate adaptive activity in terms of exploring new states (i.e., rather than recovering a stable state) of the considered parameters. The results also revealed that individual mechanical parameters might change around the communication without any effect might be simultaneously observed on the boat or the interpersonal coordination, indicating that the team-level effects under study were resilient enough to not being automatically affected by the dynamics variations of individual activities. Our results thus mainly illustrate the heuristics of a joint analysis of how verbal communication changed (a) the recipient's course of experience, and (b) the mechanical parameter dynamics. Most of the communications subjectively directed towards enhancing the interpersonal coordination dynamics did not have effects on the coordination variables measured, but had consequences on the boat velocity and cadency of the strokes. This result provides evidence that a verbal communication may have various effects that did not necessarily recover the purpose for which it has been produced. Moreover, the study clearly indicated that a successful effect on the teammate did not guaranty the expected changes in the setting. Alternatively, two-third of the missed verbal communications (i.e., the recipient did not change accordingly his concerns) were associated with positive changes in the setting, what indicates that the verbal communications had positive consequences disregarding the extent to which they were successfully received. In the present study, primacy was given to first-person data (i.e., concerns of the emitter). Third-person data of the rowers and of the boat were then used to disentangle how verbal communication act within and through interpersonal coordination to change the boat dynamics.

Références

- Bourbousson, J., Poizat, G., Saury, J., Sève, C. (2012). Temporal aspects of team cognition: a case study on concerns sharing within basketball. *Journal of Applied Sport Psychology*, 24, 224-241.
- Passos, P., Araújo, D., Davids, K., & Gouveia, L. (2008). Information-governing dynamics of attacker-defender interactions in youth rugby union. *Journal of Sports Sciences*, 26, 1421-1429.
- Poizat, G., Bourbousson, J., Saury, J., & Sève, C. (2012). Understanding Team Coordination in Doubles Table Tennis: Joint Analysis of First- and Third-Person Data. *Psychology of Sport & Exercise*, 13, 630-9.

Rendre compte de la dynamique de l'activité d'élèves en course d'orientation : application de modèles de Markov dérivants aux données d'expérience

Clément Jourand¹, John Komar², David Adé¹, Nicolas Vergne³ & Régis Thouwarecq¹

¹ Laboratoire « CETAPS » (EA 3832), Université de Rouen,

² Performance.Lab, Prozone Sport, Leeds,

³ LMRS, Université de Rouen

Introduction

Notre recherche propose d'appréhender la dynamique des interactions d'élèves engagés lors de leçons de course d'orientation (CO). Cette activité sportive constitue un terrain d'étude original pour l'étude de la dynamique des interactions car 1) ces interactions entre élèves émergent le plus souvent hors de la supervision de l'enseignant d'EPS (Education Physique et Sportive) et 2) l'activité CO est une activité sportive de pleine nature qui se caractérise par l'incertitude du milieu dans lequel évoluent les élèves. Ainsi, ces deux caractéristiques appellent potentiellement une dynamique d'interactions fluctuantes chez les élèves. Le programme de recherche du Cours d'Action (CA) (Theureau, 2006) prend parti d'aller étudier la part de l'activité telle qu'elle est vécue du point de vue de l'acteur (recueil de données d'expérience). En outre, ce cadre théorique s'intéresse à l'évolution dans le temps de l'activité humaine. D'autres courants scientifiques, à l'instar de la théorie des systèmes dynamiques, ambitionnent également de renseigner cette notion de dynamique à partir d'objets d'étude spécifiques (e.g., les coordinations perceptivo-motrices) et pour cela ont utilisé des outils mathématiques dans leurs recherches (e.g. phase relative). Aussi, notre démarche a consisté à emprunter un outil méthodologique étranger à l'observatoire du cadre du CA pour faire parler autrement les données d'expérience recueillies, ceci pour modéliser la dynamique de l'activité étudiée.

Méthode

Cette recherche a été menée en collaboration avec 2 dyades d'élèves de 6^{ème} organisées par affinité. Les parcours d'orientation dans lesquels étaient engagées ces 2 dyades étaient similaires du point de vue du niveau de difficulté et de la durée estimée pour retrouver l'ensemble des balises. Ce parcours constituait un dispositif ordinaire de pratique : il se caractérisait par la présence de balises leurres. Deux catégories de données ont été recueillies : (a) des données d'enregistrement audio-visuel pendant l'activité de recherches des balises par les élèves (à l'aide de lunettes-caméra) et (b) des données de verbalisation lors d'entretiens d'autoconfrontation avec les élèves.

La première étape méthodologique a consisté à traiter les données d'expérience suivant une reconstruction de l'articulation collective des cours d'action individuels des deux élèves des dyades (Theureau, 2006). Cette reconstruction a consisté à caractériser la manière dont les cours d'action des deux élèves s'articulaient selon la convergence, divergence et digression des Unités Élémentaires (UE) (action pratique) et des Engagements (E) (intérêts).

La deuxième étape comprenant le traitement quantitatif des données issues de l'analyse qualitative précédente a consisté à modéliser la dynamique des formes d'interaction au sein des dyades d'élèves. Cette étape a été réalisée à partir de modèles de Markov dérivants (DRIMM) qui permettent, à partir d'une succession d'« états » différents (i.e. les formes d'interaction), de modéliser la répartition de ces différents états observés au cours du temps. Pratiquement, à partir d'une suite d'états discrets représentant une course, la modélisation de Markov produit un ensemble de fonctions polynomiales qui définissent la répartition des différents états à chaque instant de la course (e.g., après 1 minute de course, la répartition observée sur la Figure 1 est de 84% de co-construction / 4% de confrontation / 12% de délégation). Les résultats se présentent alors non plus à travers un seul état observé à un moment, mais à travers une tendance à l'apparition (ou disparition) de chacun des états à chaque moment de la course. Il est ensuite possible de comparer les coefficients de ces polynômes afin de tester l'existence de différences entre les contextes/dyades.

Résultats

Analyse des formes d'interaction entre élèves

Nos résultats montrent la présence de trois formes d'interaction dans ce dispositif étudié : 1) une forme de co-construction (les élèves s'accordaient sur les modalités à mettre en œuvre pour résoudre le problème), 2) une forme de confrontation (les élèves ne s'accordaient pas sur les modalités à mettre en œuvre pour résoudre le problème) et 3) une forme de délégation (un des deux élèves « laissait la main » à son partenaire qui guidait la dyade).

Tableau 1 : Pourcentages de répartition globale des formes d'interaction

	Co-construction	Confrontation	Délégation
Dispositif <i>Chambre</i>	54,1%	1,9%	44%

Analyse de la dynamique des formes d'interaction

Au delà d'une présence de différentes formes d'interaction au cours de la course, la modélisation de la dynamique de la course a montré que ces formes d'interaction entre les élèves présentaient de fortes singularités. Plus précisément, la modélisation de la dynamique des courses dans le *contexte leurre* a permis de mettre à jour une présence minorée de la forme de confrontation tout au long de la course. De plus, cette modélisation a permis aussi de pointer des pics de co-construction entre élèves à l'approche des balises leurres, séparés par des pics de délégation une fois la balise pointée (Figure 1).

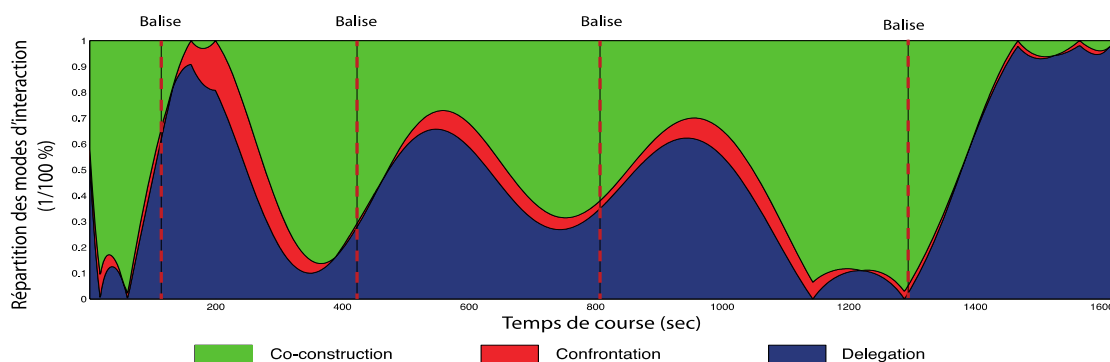


Figure 1. Répartition des formes d'interaction durant la course en condition « balises leurres »

Discussion & Conclusion

L'application des modèles de Markov a permis ici de rendre compte de la dynamique des formes d'interaction au cours de la course, et non pas seulement de leur présence sur la globalité du parcours. Ainsi, les résultats montrent que la présence de balises leurres sur le parcours semble permettre de faire émerger temporairement de la co-construction entre les élèves à l'approche de ces balises. L'étude de la dynamique amène à questionner l'intérêt d'une conception de dispositif qui favorise des allers-retours entre co-construction et délégation tout au long du parcours. Ce qu'une approche « classique » n'aurait pas permis d'envisager.

L'emprunt d'un outil méthodologique a déjà fait l'objet d'investigations à partir de fenêtres mobiles qui pour déterminer des points-clés de l'activité de l'acteur et de revenir sur les données d'expérience (Jourand, 2015). Nous avons emprunté ici un autre outil pour appréhender la dynamique de phénomènes qui a permis de mettre à jour des dynamiques singulières. Il semble ainsi que cette mixité ouvre des pistes de réflexion théoriques et méthodologiques qui restent à explorer dans le cadre théorique et méthodologique du Cours d'Action.

Références

- Jourand, C. (soutenue le 1^{er} avril 2015). *Thèse de doctorat*. Dynamique des interactions lors de leçons d'éducation physique et sportive en Course d'Orient : une étude de l'activité d'élèves dans différents dispositifs d'apprentissage. Université de Rouen, Rouen.
- Theureau, J. (2006). *Le Cours d'action : Méthode développée*. Toulouse : Octarès.

Juxtaposer des cadres théoriques différents en vue de mieux décrire l'agir : le cas du retour de service au tennis chez les joueurs experts

Sami Mecheri¹, Régis Thouwarecq², David Leroy² & David Adé²

¹ Laboratoire CesamS, Université de Caen,

² Laboratoire CETAPS, Université de Rouen

sami.mecheri@unicaen.fr

Introduction

Dans le domaine des tâches d'interception sportives, tout un champ de recherches (Williams et al., 1999), dont la majorité des travaux a recouru à une hypothèse cognitiviste de la cognition (Marr, 1982), s'attache à capturer les processus perceptivo-cognitifs sous-jacents à la recherche de l'information visuelle pertinente – c'est-à-dire permettant d'anticiper – dans l'action d'un adversaire. Si l'on se réfère à ces procédures expérimentales les plus classiques – consistant en la présentation aléatoire de courtes séquences vidéo qui sont la plupart du temps répétées et dont aucune n'est accompagnée d'informations contextuelles (e.g., état du score ou position de l'adversaire sur le terrain) –, le champ de recherches sur les actions d'interception sportives s'applique à décrire une anticipation comme la cause de l'existence d'un état interne dont les spécifications peuvent être caractérisées indépendamment de toute expérience vécue. En vue de dépasser une description réduite à des processus isolés de traitement de l'information cinématique véhiculée par la frappe adverse, l'objectif de la présente étude est de documenter l'activité de relance au tennis à un autre niveau (i.e., le niveau significatif pour l'acteur plutôt que celui des processus oculomoteurs automatiques) et à une autre échelle (i.e., l'histoire d'un match plutôt que celle d'une situation rattachée à aucune autre). En référence au programme de recherche du cours d'action (Theureau, 2004), cette étude a visé à restituer le déroulement des éléments perçus comme significatifs par l'acteur à chaque situation de relance de son match pour tenter de comprendre comment les performances cognitives peuvent surgir au cours d'une activité d'interception développée et vécue en situation naturelle.

Méthode

Participants. Louis et Lucas (classés -30 et -15) ont été volontaires pour participer à cette étude qui a été mise en œuvre avec leur entraîneur (deux matchs de simple ont été étudiés).

Recueil de données. Trois types de données ont été recueillies : (a) des traces de l'activité de relance de l'acteur sur la base d'enregistrements audiovisuels, (b) l'expression du vécu de l'acteur relatif à cette activité au niveau où elle est significative pour lui *via* un entretien d'autoconfrontation, et (c) des données sur le contexte de l'activité permettant de renseigner les contraintes et effets extrinsèques du cours d'action (score et placement en relance).

Traitement des données. Le traitement a consisté à : (i) reconstruire les cours d'action de chaque joueur, (ii) identifier les préoccupations-type (PT), représentamens-type (RT), et les associations qu'ils entretiennent pour chaque joueur, (iii) comparer les associations « Préoccupation-type // Représentamen-type » (« PT // RT ») de Louis et Lucas afin de repérer des éléments de convergence dans l'activité des deux joueurs. Une PT traduit l'idée de similarité entre plusieurs préoccupations saillantes qui ont mobilisé l'acteur de manière prioritaire alors qu'elles étaient focalisées par un représentamen (i.e., l'élément pris en compte dans la situation). Un RT exprime l'idée de similarité entre plusieurs représentamens associés aux PT. Analyser ces associations permet d'appréhender la manière dont sont reliés les éléments informationnels que l'acteur ressent comme pertinents (i.e., les représentamens) et les possibles pour celui-ci (i.e., les préoccupations saillantes). Elles rendent compte par ailleurs à la fois de l'élément perturbant l'acteur dans la situation de relance, c'est-à-dire ce qui compte pour lui à titre de monde pertinent, mais aussi, au travers de la préoccupation spécifiée par cette perturbation, de l'engendrement des processus empiriques ayant participé à l'émergence de ce qui devient pertinent pour l'acteur.

Résultats

Les résultats permettent de caractériser les associations « PT // RT » identifiées dans le cours

d'action de Lucas (ALU) ainsi que les associations « PT // RT » convergentes qui présentent des occurrences dans le cours d'action des deux joueurs (ALU*) :

- La PT « Se centrer sur soi » donne lieu à trois associations avec les RT « Le retour comme point faible » (ALU1), « La balle de service » (ALU2), « Un autre moment du match » (ALU3);
- La PT « Se préparer à relancer en revers » donne lieu à deux associations avec les RT « Le serveur est gaucher » (ALU4) et « Un autre moment du match » (ALU5*);
- La PT « Produire un retour efficace » donne lieu à deux associations avec les RT « Le statut de meneur » (ALU6*) et « La balle de service » (ALU7) ;
- La PT « Remettre la balle en jeu » donne lieu à trois associations avec les RT « Le retour comme point faible » et « Le score », d'une part (ALU8/9*), et le RT « Un autre moment du match » (ALU10*), d'autre part.

Discussion

Un des résultats marquants renvoie au fait que les éléments de la situation de relance qui étaient pertinents pour l'activité de Lucas de façon récurrente (i.e., les RT) – alors qu'ils auraient pu concerner des éléments environnementaux (e.g., la gestuelle de l'adversaire) ou des ressentis proprioceptifs (e.g., réactivité musculaire) –, étaient tous de nature mnémoniques. Les données expérientielles de Lucas indiquent ainsi que l'ensemble des préoccupations immanentes à son activité de relance – y compris celles ayant trait à la prédiction d'une balle de service (voir ALU4 et ALU5) – peut être actualisé sans recourir fondamentalement aux indices perceptifs émanant de la frappe de service adverse. Sur ce point, Lucas, en plus de ne jamais avoir rendu compte d'une focalisation typique sur ces indices, a même exprimé, lors des différentes interrogations portant sur cet aspect, totalement se désintéresser de ces indices tout en indiquant savoir que la nature du lancer de balle peut lui permettre de prédire la direction d'un service. Le contenu des associations « PT // RT » montre que les éléments contextuels pris en compte par Lucas émergeaient dans chaque situation en lien avec une histoire en cours significative pour lui, qui lui ouvraient un ensemble d'actions pertinentes à chaque situation en fonction de ses expériences passées et de ses interprétations antérieures (y compris chronologiquement antérieures au match étudié).

Au sujet de l'activité de prédiction, l'examen des connaissances mobilisées par Louis et Lucas à l'émergence de l'association convergente ALU5* indique que celles-ci ne relevaient pas de principes généraux stables d'un match à un autre, mais au contraire, d'éléments spécifiques à l'interaction compétitive actuelle et construit au cours du match étudié. Cette inscription située a pour conséquence que l'activité perceptivo-cognitive sous-jacente à une prédiction ne peut être détachée de son contexte local en vue de la comprendre, en ce sens qu'elle le suppose et l'inclut.

L'expression de ces résultats ne peut que conduire à considérer que l'expertise en retour de service n'est pas à chercher du seul côté d'une information cinématique pertinente ne demandant qu'à être extraite mais aussi dans les modalités d'interaction avec le contexte dans lequel doit être déployé le retour. Toutefois, alimenter une discussion plus approfondie implique d'envisager comment relier dans un même cadre explicatif deux éclairages (porteurs de faits mutuellement exclusifs?) décrivant des processus perceptivo-moteurs non accessibles à quelque démarche réflexive que ce soit et des dimensions phénoménologiques. Une étape sans doute nécessaire vers cette entreprise pourra être une expérimentation employant un scénario expérimental fonctionnellement équivalent au réel (i.e., procédant d'un enchaînement logique et autorisant une rétention des situations antécédentes pouvant constituer un champ d'expériences locales) afin de pouvoir projeter deux faits scientifiques recueillis à des niveaux d'analyses différents mais à deux échelles assimilables.

Références

- Marr, D. (1982). *Vision: A Computational Investigation into the Human Representation and Processing of Visual Information*. New York : Henry Holt and Company.
- Theureau, J. (2004). *Le cours d'action: Méthode élémentaire*. Toulouse : Octarès.
- Williams, A. M., Davids, K., & Williams, J. G. (1999). *Visual perception and action in sport*. London : Routledge.

L'interdisciplinarité entre les approches dynamiques et situées: le cas de l'étude de l'activité d'éducateurs socio-sportifs en formation

Déborah Nourrit¹, Karine Paret¹ & Nathalie Gal-Petitfaux²

¹Laboratoire MAPMO UMR CNRS 4379, Université d'Orléans

²Laboratoire ACTé EA 4281, Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand II

deborah.nourrit@univ-orleans.fr

Introduction

La coopération entre les différentes disciplines scientifiques s'inscrit dans une volonté forte des politiques générales de recherche. Le métissage théorique et méthodologique de cette coopération repose notamment sur: une prise de conscience des apports et des limites de chaque discipline, c'est-à-dire des frontières disciplinaires; un dialogue visant à dépasser la segmentation en disciplines ; et l'abandon d'une vision morcelée pour un enrichissement mutuel entre elles.

Notre étude s'inscrit dans cette interdisciplinarité orientée vers un objet d'étude commun et faisant coopérer deux disciplines scientifiques dans un rapport de complémentarité: l'approche dynamique (Kelso, 1995) et l'approche du cours d'action (Theureau, 2006). Cette étude exploratoire sur la formation et la dynamique de construction des compétences professionnelles des éducateurs socio-sportifs stagiaires a pour but de positionner l'enjeu de l'interdisciplinarité, notamment au niveau du croisement des méthodes et l'intégration de données subjectives et objectives, afin de mieux comprendre la complexité de l'activité des éducateurs en formation professionnelle, lors de séances d'éducation par le sport. L'enjeu est de mettre à jour non seulement des aspects de l'activité qui sont significatifs (ou non) pour les éducateurs mais également qui expliquent le processus dynamique de l'appropriation des compétences professionnelles qui sont visées par la formation.

Cadre théorique

Notre étude s'inscrit dans le cadre des recherches interdisciplinaires en sciences du sport et de l'intervention dont le développement actuel peut s'expliquer par des renouvellements théoriques profonds qui reconfigurent les perspectives de recherche: par exemple, l'analyse de l'activité comme un objet intégrateur pour les sciences humaines et sociales; l'application de la théorie des systèmes dynamiques sur des objets variés tels que la cognition ou le contrôle moteur (Kelso, 1995). En recourant à l'articulation de différents regards disciplinaires, les chercheurs tentent de mieux approcher la complexité des activités humaines et des interactions (notamment dans les situations d'éducation et de formation, e.g., Gal-Petitfaux, et al., 2014) ainsi que la dynamique de ces activités. Notre étude s'inscrit dans une « *mixed methods approach* » (Creswell, 2003). A partir d'une analyse du cours d'action des acteurs (Theureau, 2006), elle rend compte des dimensions comportementales et significatives de leur activité ; puis elle mobilise les outils de la théorie des systèmes dynamiques afin de modéliser plus finement l'organisation dynamique de cette activité et d'identifier le paramètre de contrôle (Kelso, 1995) permettant de bifurquer vers un comportement compétent.

Méthode

12 éducateurs-stagiaires, inscrits en Licence Professionnelle « Développement Social et Médiation par le Sport », ont participé à l'étude. Le recueil des matériaux étaient issus de (a) l'activité filmée des stagiaires lors de séances d'éducation sportive auprès d'enfants et adolescents au comportement difficile et transgressif; (b) d'un entretien d'autoconfrontation post séances conduit avec les éducateurs. Les matériaux ont été traités en référence aux catégories d'analyse de l'expérience (Theureau, 2006) afin de mettre à jour la dynamique des préoccupations, perceptions, émotions des éducateurs; puis ont été appliqués les cadres conceptuels et méthodologiques de l'approche dynamique dans le but de faire ressortir, à partir des occurrences dans les verbatim et de leur traitement par clusters, les variables essentielles et non essentielles (Vereijken, 1991) constitutives

du processus dynamique d'appropriation des compétences et le paramètre de contrôle (Kelso, 1995) permettant une déstabilisation du premier comportement adopté par l'étudiant stagiaire vers un autre comportement verbalisé comme plus efficace et efficient face à ses élèves.

Résultats

L'analyse des verbatim d'entretien révèlent des typicalités rendant compte de moments saturés d'émotions et d'inconfort particulièrement marquants dans la séance conduite par les stagiaires. Ces moments d'inconfort constituent pour eux des points d'appui pour progresser dans la gestion de leur groupe classe. Ils constituent des repères saillants et « déclics » pour les étudiants et sont envisagés par le formateur comme des leviers dans le processus de formation.

Discussion

Les émotions des enseignants débutants sont souvent paralysantes et participent de leur monde de viabilité personnelle (Ria, 2009). Le degré d'inconfort et d'acceptabilité qu'elles représentent, leur confèrent un statut tout à fait particulier dans la structuration des compétences professionnelles et dans la souffrance au travail ressentie (Lantheaume & Helou, 2008; Ria, 2009). L'émotion dans sa dimension inconfortable est certes un paramètre déstabilisateur, mais lorsqu'elle est accompagnée par le formateur, elle semble constituer un paramètre qui participe au passage d'une compétence débutante à plus expérimentée.

Par l'approche du cours d'action, ont été mises à jour les préoccupations, perceptions, émotions typiques organisant l'activité des stagiaires sur une période d'enseignement donné. L'approche dynamique a permis de pointer le rôle joué par les émotions. Leur récurrence jusqu'au moment où l'étudiant a verbalisé un « déclic » dans sa capacité à gérer le groupe d'élève, nous amène à caractériser l'émotion comme le paramètre de contrôle qui déstabilise un premier comportement attractif et génère une bifurcation vers un attracteur plus efficace et efficient (Kelso, 1995, Nourrit et al., 2003). Bien que partageant le même paradigme écologique, l'équilibre méthodologique et théorique proposés par le croisement des deux méthodes n'est pas pour autant aisé. Quelles précautions méthodologiques doit-on avoir pour faire se rencontrer ces deux approches à des fins de complémentarité méthodologique ?

Cette étude exploratoire sera l'occasion de lancer un questionnement fort sur le problème de la nature des variables dans la recherche interdisciplinaire, et la dissymétrie qui peut subsister encore dans la rencontre entre les approches située et dynamique.

Références

- Creswell, J. W. (2003). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (2nd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Gal-Petitfaux, N., Cizeron, M., Auriac-Slusarczyk, E., & Marlot, C. (2014). Configurations typiques d'interaction en classe d'E.P.S. : regard croisé de l'anthropologie cognitive et de la pragmatique du discours. In N., Wallian, MP., Poggi, & A. Chauvin-Vileno (Eds.) *Action, interaction, intervention : à la croisée du langage, de la pratique et des savoirs* (pp. 151-176). Bern: Peter Lang (Collection Transversales, n°34).
- Kelso, J.A. (1995). *Dynamic patterns: the self-organization of brain and behavior*. Cambridge, MIT Press.
- Nourrit, D., Delignières, D., Caillou, N., Deschamps, T., & Lauriot, B. (2003). On discontinuities in motor learning: A longitudinal study of complex skill acquisition on a ski-simulator. *Journal of Motor Behavior*, 35, 151-170.
- Theureau, J. (2006). *Le cours d'action. Méthode développée*. Toulouse : Octarès.
- Vereijken, B. (1991). *The dynamics of skill acquisition*. Amsterdam: Free University of Amsterdam.

Symposium N°7

***Le Mixed martial arts comme objet sociologique : état
des lieux et perspectives"***

(Coord. : Matthieu Quidu)

Le Mixed martial arts comme objet sociologique : état des lieux des recherches et perspectives.

Matthieu Quidu¹, Matthieu Delalandre², Thibault Delfavero³, Yann Ramirez⁴
¹ EA 647, Centre de recherche et d'innovation sur le sport, Université Lyon I.

² EA 3350, Laboratoire ACP, Université Paris-Est Marne-La-Vallée.

³ URePSSS, Atelier SHERPAS, Université d'Artois.

⁴ LERSEM ; équipe IRSA-CRI ; Université Paul Valéry-Montpellier III.

quidumatthieu@yahoo.fr

Le *Mixed martial arts* (ou Arts martiaux mixtes) est une discipline de combat récente en plein essor. Créée par et pour la médiatisation télévisuelle et pratiquée initialement par des combattants professionnels (dans des organisations commerciales au Brésil, au Japon et aux Etats-Unis), cette activité connaît depuis une dizaine d'années un engouement important en France parmi un public particulièrement varié d'amateurs. Pourtant, les pouvoirs publics, appuyés par l'hostilité des fédérations sportives concurrentes de sports de combat, continuent d'interdire les compétitions se déroulant dans des enceintes grillagées et avec frappes au sol. La discipline est considérée comme dégradante et irrespectueuse de la dignité humaine. Ce symposium fait un état des lieux des recherches menées sur cette discipline suscitant passions et controverses. Plusieurs travaux ont d'ores et déjà été menés concernant sa genèse en rapport avec le procès de civilisation (van Bottenburg & Heilbron, 2009), son processus singulier de sportivisation et les polémiques qu'elle suscite (Delalandre & Collinet, 2013).

Matthieu Delalandre interroge tout d'abord la difficulté à mener des recherches empiriques sur les processus de mise en discussion du MMA dans les cabinets ministériels. Matthieu Quidu discute ensuite le paradoxe apparent entre une discipline sportive à l'image sulfureuse et l'attrait qu'elle exerce sur un public d'étudiants aux parcours académiques d'excellence au sein d'une institution prestigieuse, l'*ENS de Lyon*. Thibault Delfavero envisage de son côté les possibilités de structuration associative du MMA en dépit de l'absence de régulation fédérale. Enfin, Yann Ramirez questionne la nature de l'engagement corporel des combattants mixtes, entre violence imposée au corps et ascèse. Sont ainsi confrontées des approches complémentaires : sociologie des politiques sportives, des organisations associatives, des pratiquants, de l'engagement corporel. Les principaux programmes de recherche à initier afin de comprendre les passions suscitées par cette discipline seront finalement dégagés.

Liste des communications

Delalandre, M. La mise en discussion du *Mixed martial arts* dans les politiques sportives en France : un terrain d'enquête difficilement accessible.

Quidu, M. Normaliens et pratiquants de MMA : dissonance culturelle ou conformisme néolibéral ?

Delfavero, T. Exister malgré la controverse : le terroir associatif du *Mixed martial arts*.

Ramirez, Y. Les arts martiaux mixtes : entre entraînement de haut-niveau et destruction de soi.

Références

Delalandre, M. & Collinet, C. (2013). Le *Mixed martial arts* et les ambiguïtés de sa sportification en France. *Loisir et Société*, 35, 293-316.

van Bottenburg, M. & Heilbron, J. (2009). « Dans la cage » : genèse et dynamique des « combats ultimes ». *Actes de la recherche en sciences sociales*, 179, 32-45.

La mise en discussion du *Mixed martial arts* dans les politiques sportives en France : un terrain d'enquête difficilement accessible.

Matthieu Delalandre

Laboratoire ACP (EA 3350), Université Paris-Est Marne-La-Vallée.
matthieu.delalandre@u-pem.fr

L'avènement du *Mixed martial arts*

Le *Mixed martial arts* (MMA) est le fruit d'une codification et d'une réglementation progressives des combats dits « libres ». Ceux-ci ont été popularisés à partir du début des années 1990, notamment par l'*Ultimate Fighting Championship*, diffusé sur des chaînes câblées américaines. Les organisateurs se sont inspirés des confrontations nées au Brésil dans les années 1920 sous l'appellation *Vale tudo* (ce qui signifie « tout est permis »), qui opposaient alors les représentants de diverses écoles d'arts martiaux dans des combats extrêmement violents. L'augmentation progressive de l'expertise des combattants les a obligés à devenir de plus en plus complets et à maîtriser des techniques issues aussi bien des sports de percussion (tels que la boxe) que des sports de préhension (tels que la lutte ou le judo). Cette évolution a amené les pratiquants à utiliser le terme de « Mixed martial arts » pour désigner leur pratique. Menacés d'interdiction aux États-Unis, les promoteurs de ces rencontres les ont dotées, au tournant des années 2000, d'un règlement un peu moins permissif pour les rendre plus « respectables » (interdiction de certains coups très dangereux, mise en place de limites de temps et de reprises, etc.). Ce processus de réglementation s'est poursuivi avec l'adoption, en 2003, des *Unified Rules of Mixed Martial Arts* : utilisées par une grande partie des organisations de MMA, elles participent d'un processus de standardisation et de para-sportivisation, en dehors de toute reconnaissance des instances sportives internationales (van Bottenburg & Heilbron, 2006).

Une chape de plomb sur le MMA ?

Le MMA est devenu extrêmement populaire partout dans le monde, y compris en France. Le degré de permissivité offert par les combats et l'histoire quelque peu « sulfureuse » de cette pratique, dont les promoteurs vantaient l'authenticité et la violence des affrontements, ont entraîné de vives résistances de la part des pouvoirs publics dans de nombreux pays. La France fait partie de ceux-là : l'éventail des techniques autorisées mais aussi la mise en scène des rencontres ont motivé un refus de laisser s'organiser des compétitions de MMA telles qu'elles se déroulent par exemple aux États-Unis. Ce refus s'accompagne de vives réactions de la part des représentants des pouvoirs publics ou de certaines fédérations sportives, condamnant ce qui s'apparente à des « combats de coq » ou à des pratiques que l'on croirait « sorties de jeux vidéos ». L'aire de combat, appelée « cage », ainsi que la possibilité offerte aux combattants de frapper leur adversaire au sol, ont fait l'objet de très vives critiques. Les organisateurs des rencontres ont ainsi dû adopter des règlements plus restrictifs que celui utilisé couramment par les grandes organisations de MMA. On peut en outre faire l'hypothèse selon laquelle le modèle marchand et médiatique sur lequel s'est construit le MMA est très difficilement compatible avec un modèle sportif amateur et associatif, héritier de la tradition coubertinienne, défendu par les pouvoirs publics (Delalandre & Collinet, 2013).

Des travaux, peu nombreux, abordant le cas de la France sont menés depuis quelques années. Ceux-ci se sont centrés sur les pratiquants, sur les organisations, sur les discours politiques « officiels » ou encore sur l'idéologie qui sous-tend cette pratique (par exemple Blin, 2013 ; Delalandre & Collinet, 2013). En revanche, dès lors que l'on cherche à mettre en exergue les jeux d'acteurs et d'arguments (Chateauraynaud, 2011) qui, dans un processus de décision impliquant divers acteurs politiques et sportifs hors des arènes « publiques », ont conduit aux restrictions actuelles concernant le MMA, l'accès à certaines données reste aujourd'hui très limité. À l'instar des pratiques illicites comme le dopage, tout un pan de l'analyse sociologique est extrêmement difficile à mener, du fait d'un accès limité à une grande partie du « terrain ». Ainsi, s'il est relativement aisé de rencontrer ceux qui

organisent et promeuvent la discipline pour mener des entretiens ou réaliser des observations, interroger les acteurs politiques qui ont été confrontés au dossier du MMA s'avère beaucoup plus difficile, qu'il s'agisse d'anciens ministres ou de la direction des sports.

Le processus décisionnel politique concernant la pratique du MMA nous est resté jusqu'à maintenant inaccessible. On peut raisonnablement formuler plusieurs hypothèses expliquant cet état de fait :

-les acteurs politiques ont un agenda chargé, changent « fréquemment » de postes, ne voient pas l'intérêt de répondre à une enquête sociologique sur le sujet ;

-certaines raisons expliquant les décisions prises sont difficilement justifiables (peut-être des jeux de pression de certaines fédérations sportives, mais aussi une connaissance très partielle et partielle du milieu, qui a certainement évolué, mais que nous avons pu entrevoir à travers des entretiens menés avec d'autres acteurs). Certains acteurs ne veulent pas parler, considérant le sujet comme encore trop « sensible ». Il est en outre impossible d'évoquer publiquement le MMA dans certaines enceintes sans soulever de vives réactions.

-peut-être y a-t-il une crainte que les discussions « s'enflamment ». Le débat peut se cristalliser autour de positions extrêmes, ce qui empêche d'ailleurs de réfléchir et de débattre sereinement sur le sujet. Cela amène peut-être les acteurs à refuser les sollicitations.

-la question des intermédiaires donnant accès aux personnes concernées doit également être posée. Le fait d'être « introduit » par une personne de confiance est certainement un élément clé pour la réussite de ce type d'enquête.

Un programme de recherche à poursuivre

Il existe aujourd'hui de multiples voies pour enquêter sur le MMA en France : les pratiquants et ceux qui promeuvent cette pratique ne sont pas avares de paroles. Il existe un corpus de presse qui s'étoffe de plus en plus et l'on peut y trouver aisément les prises de positions et les arguments des acteurs politiques. On peut regretter toutefois que l'accès au processus conduisant aux prises de position des pouvoirs publics sur le MMA soit toujours en grande partie inaccessible. On peut espérer qu'il en sera autrement dans quelques années. Cela serait assurément un élément essentiel à mettre en balance avec les analyses déjà menées pour rendre plus intelligible la situation actuelle de cette pratique en France, et cela constituerait une richesse pour étudier certains aspects de la sportification de nouvelles pratiques. De façon plus générale, l'accès à ces données constitue assurément un chaînon manquant dans le cadre d'une sociologie des polémiques et des controverses. Enfin, la difficulté à accéder au terrain dans des cas comme celui dont il est question ici pourrait être traitée, en soi, comme un objet d'étude à part entière.

Références

- Blin, T. (2013). « Tous les coups sont permis ». Sur les nouveaux gladiateurs du « free fight ». *Le débat*, 174, 159-170.
- Chateauraynaud, F. (2011). *Argumenter dans un champ de forces. Essai de balistique sociologique*. Paris : Petra.
- Delalandre, M. & Collinet, C. (2013). Le mixed martial arts et les ambiguïtés de sa sportification en France. *Loisir et Société*, 35, 293-316.
- Van Bottenburg, M. & Heilbron, J. (2006). De-Sportization of fighting contests. The origins and dynamics of No Holds Barred Events and the Theory of Sportization. *International Review for the Sociology of Sport*, 41(3-4), 259-282.

Normaliens et pratiquants de *Mixed martial arts* : dissonance culturelle ou conformisme néolibéral ?

Matthieu Quidu

Centre de recherche et d'innovation sur le sport (EA 647, Université Lyon I).
quidumatthieu@yahoo.fr

De l'intuition d'une dissonance en termes de légitimité culturelle...

Soit d'un côté le *Mixed martial arts*, discipline de combat récente en plein essor, créée par et pour la médiatisation télévisuelle et pratiquée initialement par des professionnels. Elle s'est construite sur un modèle original de sportivisation, marchand, porté par des sociétés privées de combats professionnels, dont l'*Ultimate Fighting Championship*. Le marketing proposé est fondé sur une « stratégie de l'ultime » consistant à exacerber, via le choix d'une enceinte de combat s'apparentant à une « cage » et la possibilité de frapper un adversaire au sol, le réalisme des affrontements, dans un contexte minimalement réglementé. S'ensuit une image sulfureuse, qui n'a pas manqué de susciter une « panique morale » (van Bottenburg & Heilbron, 2009) de la part des pouvoirs publics et des fédérations sportives concurrentes soulignant le caractère dégradant de cette discipline. A ce jour, les compétitions d'Arts martiaux mixtes en « cage » et avec frappes au sol sont toujours interdites en France.

Soit de l'autre côté des Elèves-fonctionnaires stagiaires au sein de l'*Ecole normale supérieure* de Lyon, institution prestigieuse formant des professeurs agrégés et des enseignants-chercheurs dans des disciplines variées. Au sein de cette école, l'EPS est basée sur le principe du volontariat. Parmi les activités proposées, le cours hebdomadaire de combat mixte ; mis en place depuis cinq ans, il attire un nombre important et croissant d'étudiants.

La rencontre entre des étudiants aux parcours académiques d'excellence et un sport de combat à l'image sulfureuse semble *a priori* paradoxale. Or, un paradoxe constitue souvent un point de départ potentiellement intéressant pour une recherche empirique.

A la mise à l'épreuve de plusieurs hypothèses explicatives...

Plusieurs hypothèses peuvent être avancées pour rendre compte de l'attrance paradoxale qu'exercent les Arts martiaux mixtes sur certains étudiants de l'ENS de Lyon. Nous avons tout d'abord envisagé que cet attrait pouvait répondre à un besoin de compenser une pression à l'excellence subie dans leur parcours universitaire ; la pratique du MMA prend la signification d'un relâchement, d'un sas non intellectuel dans le cursus académique.

Complémentaire de cette « déroutinisation », il pourrait y avoir une volonté d'utiliser cette pratique à la connotation sulfureuse pour « manager » une identité conformiste et la doter d'une valence transgressive dans une perspective d'« encanaillement des élites ».

Enfin, une telle dissonance culturelle pourrait trouver son origine dans les dispositions plurielles des étudiants, confrontés à des expériences multiples de socialisation ; dispositions qui s'activeraient ou s'inhiberaient suivant les contextes, académiques ou sportifs, considérés.

Afin de tester la valeur explicative de ces différentes hypothèses, nous avons mis en œuvre un protocole empirique basé sur dix entretiens et vingt questionnaires. Les élèves-combattants ont été interrogés sur : les conditions de leur première rencontre avec le MMA et leur rapport à la version professionnelle ; leur pratique personnelle du MMA et leur façon d'en parler dans leur entourage ; leur trajectoire sportive et académique.

Vers l'obtention de premiers résultats en « décalage »...

Nous avons pu mettre en évidence deux profils d'étudiants-combattants. Un premier groupe s'est investi, antérieurement à sa pratique universitaire du MMA à l'ENS de Lyon, dans un ou plusieurs sports de combat, notamment le judo, le jujitsu brésilien, le kick-boxing ou le karaté. Pour eux, la pratique du MMA s'inscrit dans un cursus martial entamé depuis parfois dix ans et correspond à une

volonté de diversification technique afin de devenir un combattant complet. Ces étudiants connaissaient la version professionnelle du MMA à propos de laquelle ils entretiennent un rapport mêlant admiration vis-à-vis de la maîtrise technique des combattants et fascination vis-à-vis de leur potentiel physique. Aucune allusion n'est faite à une quelconque violence des affrontements.

Quant aux étudiants du second groupe, le MMA a représenté leur première pratique de combat, après un cursus sportif non martial. Ces étudiants ne connaissaient pas l'UFC et n'avaient aucun *a priori* sur la discipline. Ils reconnaissent aimer « pratiquer » sans apprécier le spectacle sportif. En tant que pratiquant, la discipline ne leur est pas apparue violente dans la mesure où elle s'inscrivait dans un cadre pédagogique qui leur a semblé protecteur.

Dans les deux cas, le MMA ne constituait pas, dans les yeux des normaliens, une discipline sulfureuse, soit parce qu'elle était totalement inconnue (c'est le cas du second groupe), soit parce qu'elle était au contraire bien connue et faisait l'objet d'une connaissance technique affûtée (c'est le cas du premier groupe). Notre intuition originelle d'un paradoxe entre d'un côté une discipline faisant l'objet de représentations sociales, médiatiques et politiques péjoratives et de l'autre des étudiants aux parcours académiques d'excellence cessait d'être. Notre questionnement de départ avait amalgamé précipitamment les représentations générales sur la discipline du grand public et l'image qu'en avait notre population d'étude spécifique.

Et la découverte d'une homogénéité axiologique insoupçonnée

Il a fallu changer d'axe d'interrogation en nous concentrant sur ce qui attirait réellement ces étudiants dans la pratique durable du MMA. Ceux-ci appréciaient :

- le caractère complet de la discipline, tant du point de vue énergétique (diversité des filières développées) que musculaire (complémentarité des zones corporelles travaillées).
- la variété des techniques dans les secteurs de la percussion, de la projection et du *grappling*.
- la recherche d'efficacité primant sur les rituels, prégnants à l'inverse dans les arts martiaux.
- la richesse stratégique de la discipline fréquemment comparée à un jeu d'échecs et l'incertitude quant au déroulement des combats.

Les différentes richesses physiques, techniques et tactiques mises en avant par les étudiants de l'ENS pratiquant le MMA correspondent à un ensemble de qualités : polyvalence, flexibilité, gestion de l'incertitude, quête de l'efficacité. Ces diverses qualités sont fortement valorisées dans le monde contemporain du travail, notamment au sein de la nouvelle cité « connexionniste » (Boltanski & Chiapello, 1999). Il existerait des homologues profondes entre la logique interne du MMA (et sa dynamique historique de constitution dont le Japon et les Etats-Unis sont précurseurs) et les fondements du néolibéralisme (Dalla Pria *et al.*, 2009).

Champion du libéralisme (les résultats financiers de l'UFC sont spectaculaires), le MMA est aussi un symptôme de la mondialisation libérale. Mais, il en constitue surtout sa meilleure préparation, ludique mais efficace. La transgression apparente des normaliens-pratiquants de MMA correspond finalement à un conformisme profond, celui du néolibéralisme. Pouvant accréditer cette hypothèse, nous pointons l'attrait qu'exerce le MMA dans d'autres institutions prestigieuses d'enseignement supérieur (dont l'IEP de Paris) mais aussi sur les cadres supérieurs regroupés dans des clubs très sélects des grandes villes (*Lagardère Paris Racing*).

Références

- Boltanski, L. & Chiapello, E. (1999). *Le nouvel esprit du capitalisme*. Paris, Gallimard.
- Dalla Pria, Y., Tessier, L. & Brubach, W. (2009). « Free fight », les paradoxes de la violence sans limite. *Congrès de l'Association française de sociologie*, Paris, avril 2009.
- van Bottenburg, M. & Heilbron, J. (2009). « Dans la cage » : genèse et dynamique des « combats ultimes ». *Actes de la recherche en sciences sociales*, 179, 32-45.

Exister malgré la controverse : le terroir associatif du *Mixed Martial Arts*

Thibault Delfavero

URePSSS, Atelier SHERPAS, Université d'Artois.
t.delfavero@hotmail.fr

Contextualisation

L'histoire de chaque sport est liée, de près ou de loin, à l'apparition de règlements formalisés dans le but précis de standardiser les activités sportives (Elias & Dunning, 1986/1994). Les pratiques de combat n'échappent pas à la sportification. De plus en plus prégnante, la règle entend harmoniser les codes de conduite. Elle distingue « l'autorisé » de « l'interdit » et permet l'expression d'une violence pacifiée puisque contrôlée. C'est ce qui lui confère une légitimité sociale au sein du « système sport ». La communication propose de discuter la théorie éliassienne au regard d'une pratique de combat controversée, celle du *Mixed martial arts*. Si la règle existe aujourd'hui dans le cadre des « combats ultimes », elle est issue de pressions politico-médiatiques exercées sur le *Free Fight* des années 1990. Tributaire de nouveaux promoteurs ambitionnant de le « sportiviser », le MMA conquiert les marchés occidentaux et asiatiques. L'*Ultimate Fighting Championship* (UFC), principal organisateur des rencontres professionnelles propose ses *events* en toute légalité par le biais de ses structures délégataires, véritables relais entre l'entreprise maîtresse et les politiques sportives des terres d'accueil.

En France, les compétitions sont prohibées faute de structure fédérale compétente. D'autant plus que les tentatives de reconnaissance des MMA se heurtent au silence de l'institution sportive malgré quelques expérimentations simultanées où plusieurs fédérations se sont disputées les modalités d'encadrement (Delalandre & Collinet, 2013). Paradoxalement, la pratique associative existe et c'est ce qui nous interpelle.

Méthodologie de l'enquête¹

Après avoir défini le contexte et cerné les enjeux inhérents à l'objet, il convient d'aborder les éléments de méthode par lesquels l'enquête exploratoire a pris sens. L'absence d'une fédération sportive pose un problème de visibilité des clubs existant sur le territoire français. Il a donc fallu écumer les registres des fédérations étrangères (et notamment celle du *Shooto* Belge) afin d'amender l'hypothèse selon laquelle les clubs étiquetés MMA trouvent leur ancrage institutionnel ailleurs qu'en France. Ainsi, nous prendrons les cas de deux associations dans le Pas-de-Calais afin d'alimenter le propos : la *Grenay Fight Team* et le *MMA Crew* Thélus.

Le travail empirique s'est focalisé sur une saison sportive (2012-2013). Il s'attache à rendre compte – par le biais d'une observation dans un premier temps « diffuse » puis « analytique » (Chapoulie, 2000) – du quotidien *in situ* des clubs de MMA. Par la suite, l'usage de l'outil de comparaison permettra de dépasser le cadre de la monographie pour faire émerger les propriétés distinctives des clubs en question. Les entretiens et les notes de terrain complètent le procédé ethnographique.

Présentation des datas

La communication permettra de discuter la manière dont le tissu associatif du MMA en France, à l'échelle locale, prend vie malgré la situation de controverse. Pour la décrire, nous nous attarderons sur trois observables. Le premier concerne celui de l'identité affichée. Nous la considérons comme le support qui légitime l'existence des associations. Même si les clubs étudiés baignent dans la culture MMA (notamment à travers l'usage de marqueurs identitaires relatifs à l'activité et au groupe), les observations n'ont quasi jamais fait état d'une pratique telle qu'elle est promulguée par l'*International Mixed Martial Arts Federation* (IMMAF). Il s'agit plutôt d'un « bricolage »

¹ Travaux de recherche effectués sous la direction de Williams Nuytens (Université d'Artois) et le co-encadrement de Nicolas Penin (Université d'Artois).

éclectique des activités de combat. On y mélange préhension et percussion dans le cadre de séance d'entraînement spécifique. Le mixage des pratiques est pour ainsi dire édulcoré, proche du *Panrace*. Le pratiquant constitue le second observable. Il s'agira d'en apprendre davantage sur l'individu inscrit dans une configuration sportive illustrant une activité discutée. Quel sens donne-t-il à ce qu'il fait ? Le troisième et dernier observable abordera la notion de groupalité. Le collectif associatif traduit des configurations différentes tant entre les groupements étudiés qu'au sein d'une seule et même structure. A l'origine d'une philosophie de pratique – d'un esprit club – nous verrons que le groupe s'attache à établir, installer et pérenniser des référentiels normatifs traduisant une forme de militantisme pro-MMA.

Discussion

La présentation des observations permettra de discuter l'exercice d'une pratique controversée au sein d'un espace associatif local qui, en référence à la hiérarchie sportive, pourrait représenter le niveau le plus éloigné de l'élite et des centres de gestion. Ce sont des endroits que l'on pourrait considérer comme propices aux désordres du fait de cette ambiguïté institutionnelle se traduisant par l'inexistence d'une régulation fédérale en France. Ce sont ces configurations où l'on pourrait pratiquer la violence du combat total en toute liberté, où l'on pourrait alimenter son capital guerrier (Sauvadet, 2006). Notre terrain d'étude infirme ces hypothèses. En effet, les groupements associatifs participent activement à la surenchère de la règle dans l'espoir d'une reconnaissance institutionnelle et sportive. En ce sens, l'analogie aux pratiques auto-organisées type « sport de rue » n'est pas efficiente. Le pratiquant s'insère dans un collectif dont les règles se construisent et demeurent dans le temps sportif. D'autre part, il semble difficile d'y voir une proximité avec la culture *fun* impulsée par l'émergence des pratiques hédonistes dans les années 1980. Le MMA tend à rompre avec le sport loisir/sport plaisir pour renouer avec l'ascétisme du combat.

Conclusion

L'émergence des combats ultimes « *No Holds Barred* » dans les années 90 traduit explicitement une volonté de « dé-sportiviser » les sports de combat (van Bottenburg & Heilbron, 2009). Même si la réalité est toute autre aujourd'hui, le phénomène MMA jouit encore de l'image d'un spectacle sportif violent et désinhibé. C'est ce qui expliquerait sa popularité et son impopularité. En France, cette situation de controverse impacte le tissu associatif. Au-delà des stratégies mises en place pour s'insérer dans le paysage sportif local (et national), les clubs MMA préfèrent se tourner vers les organisations étrangères pour exister.

Références

- Chapoulie, J.-M. (2000). Le travail de terrain, l'observation des actions et des interactions et la sociologie. *Sociétés contemporaines*, 40, 5-27.
- Delalandre, M. & Collinet, C. (2013). Le *mixed martial arts* et les ambiguïtés de sa sportification en France. *Loisir et société*, 35, 293-316.
- Elias, N. & Dunning, E. (1994). *Sport et civilisation. La violence maîtrisée*. Paris, France.
- Sauvadet, T. (2006). *Le capital guerrier. Concurrence et collaboration entre jeunes de cités*. Paris, France : Armand Colin.
- van Bottenburg, M. & Heilbron, J. (2009). « Dans la cage » : Génèse et dynamique des « combats ultimes ». *Actes de la recherche en sciences sociales*, 179, 32-45.

Les arts martiaux mixtes : entre entraînement de haut-niveau et destruction de soi

Yann Ramirez

LERSEM, équipe *IRSA-CRI*, Université Montpellier III.

yann-ramirez@orange.fr

Dans la *Sociologie de l'engagement corporel*, Bastien Soulé et Jean Corneloup définissent le sport de combat comme une destruction certaine et intentionnelle. Une destruction de l'autre mais aussi une destruction de soi. L'engagement dans la boxe et par la même occasion dans le *Mixed martial arts* peut cependant renforcer la réinsertion sociale de jeunes déviants, la déroutinisation de l'existence, l'affirmation virile. Ce premier paradoxe questionne sur la légitimité d'un sport de combat extrême, une pratique contextualisée par un rapport complexe au corps qui règne au sein de notre modernité.

Cette communication s'appuie sur des études de traumatologie réalisées aux Etats-Unis (Bledsoe, Brill, Grabowski, Hsu & Li, 2006 ; Ngai *et al.*, 2008), lors de compétitions de MMA régulées par la Commissions Athlétique du Nevada. L'objet de ces études était de décrire et d'analyser le degré de dangerosité des sports de combat et notamment des Arts martiaux mixtes. Le corpus empirique comprend également une étude des principaux cas avérés de dopage dans le MMA entre 2001 et novembre 2013. Il s'agit de cas révélés dans les plus grandes organisations de *Mixed martial arts*.

Le *Mixed Martial Arts* : une violence plus visuelle que destructrice

Le MMA est un sport violent, mais pas plus violent qu'un autre sport de combat de percussion. De plus, il est moins dangereux que ces derniers, moins traumatique que le football américain selon une étude de l'*American Association of Neurological Surgeons*, mise à jour en 2010. Les critères de dangerosité reposent sur les traumatismes crâniens causés par une activité physique et sportive. Les derniers travaux de Marc Bouvard en 2014 sur les blessures au rugby permettent de voir apparaître les inégalités des traitements médicaux et médiatiques entre les différents sports de percussion. L'impression de dangerosité dans le MMA est principalement liée aux coupures fréquentes et aux gants fins, soit des blessures superficielles spectaculaires. Cependant, ce sport reste traumatique sur de nombreux points.

Dopage et perte de poids : au cœur d'un engagement corporel spécifique du MMA

La pression de la réussite se greffe aux demandes de l'individu sur soi-même. Les dangers sont notamment le dopage et le *weight cutting* dans le cas des pratiques où les sportifs sont catégorisés selon leur poids. L'engagement corporel par l'excès sportif est une réunion symbolique d'Eros et de Thanatos : la fascination pour le risque mortel et brutal au lieu d'une mort lente, où la construction et la destruction de soi se confondent, les risques sont esthétisés.

Le corps entre sacralisation et désacralisation

Il existe dans le sport une réification de la corporéité humaine par divers modèles bio-mécanique, bio-informatique ou cognitif : une réification du corps, une fétichisation profane où la douleur physique et le sacrifice sont glorifiés. Les rites sacrificiels réels sont particulièrement visibles dans les sports de contact. Cette ritualité est animiste, encouragée par la religion athlétique, la logique de domination et la crise paroxystique des valeurs. Le sport de compétition ne protège pas le corps ; il l'améliore dans le présent éphémère pour le dégrader dans un futur plus ou moins proche, voire même le dégrade instantanément. Le corps devient extrême, une machine qui s'éloigne dramatiquement des idéaux de santé. Le culte de la performance se rajoute aux risques déjà rencontrés par les adeptes de MMA. Ces derniers étant soumis aux coups de pied, de coude, de poing, de genou, ainsi qu'aux techniques de soumission : le corps dans son ensemble du *mixed martial artist* devient une cible, ce qui densifie l'épidémiologie des blessures dans le MMA.

Références

- Baudry P. (1991). *Le corps extrême : approche sociologique des conduites à risque*. Paris. L'Harmattan.
- Bledsoe G. H., Brill J. D., Grabowski J. G., Hsu E. B. & Li G. (2006). Incidence of injury in professional mixed martial arts competitions. *Journal of Sports Science and Medicine*.
- Buse G. J. (2006). No Holds Barred sport fighting: a 10 year review of Mixed Martial Arts competition. *British Journal of Sports Medicine*. 40(2). 169-172.
- Delalandre M. & Collinet C. (2012). Le Mixed Martial Arts et les ambiguïtés de sa sportification en France. *Loisir et société*. 35(2). 293-316.
- Ngai K.M. *et al.* (2008). Injury trends in sanctioned Mixed Martial Arts competition: a five year review 2002-2007. *British Journal of Sports Medicine*. 42. 686-689.
- Ramirez Y. (2015). *Du Free Fight aux arts martiaux mixtes : sportivisation, violence et réception d'un sport de combat extrême*. Thèse de doctorat non publiée, Université Montpellier III.
- Soulé B. & Corneloup J. (2007). *Sociologie de l'engagement corporel : risques sportifs et pratiques « extrêmes » dans la société contemporaine*. Paris. Armand Colin.

Lundi 26 octobre 2015

17 h 45 – 18 h 45

**Session de
communications orales**

Session Orale N°1

Posture

(Modérateur: Régis Thouwarecq)

Body Stance Influences the Visual Vertical Perception In Patients with Vestibular Disorders

*M. Donnard^{1,2}; P. Lorin²; A. Rahmani¹; S. Boyas¹; B. Beaune¹

¹ Laboratoire « Motricité, Interactions, Performance » (EA 4334), Université du Maine

² Cabinet ORL Docteur Philippe Lorin, Vertiges & Rééducation des Troubles Vestibulaires
matthieu.donnard.etu@univ-lemans.fr

Introduction

Visual vertical perception is crucial in bipedal orthostatic posture integrating the coordination of vestibular, visual and somesthetic information. Patients with vestibular deficit have shown a visual vertical tilt increment and long-term alterations in dynamic optokinetic stimulation conditions (Lopez et al., 2006). The purpose of the study was to describe the influence of body stance (Seated or Erected: S-E) on vertical perception comparing Visual Dependent patients (VD: no vestibular deficit and unbalanced by the environmental visual motion) with unilateral vestibular Hypo-Areflexia patients (HPA: peripheral vestibular deficit and unbalanced by bodily self-motion).

Methods

Ten VD patients and ten HPA patients participated in the study. They completed the Space and Motion Discomfort 2.0 (SMD2) questionnaire and performed the Rod and Disk Test (RDT) (Figure 1) by starting randomly S or E. RDT protocol respected processes of Lopez et al (2006) with an alternated disk rotation (right/left) set at 20°/s⁻¹ and alternated 15° rod tilt (right/left). Subjects had to align the rod towards the initial vertical (16 trials: 8 right/8 left). Each vertical deviation (in degree) was recorded with an external sensor (Framiopt®, Framiral, France). All series presented a normal distribution (Chi² test). Data were expressed by Mean ± Standard Deviation (M ± SD). The comparison between VD and HPA was made with a Student t test (unpaired series). Significant threshold was set at p<0.05.

Results

Results are presented in table 1. *VD vs HPA*: for the RDT, HPA vertical tilts were significantly greater than VD only when erected and when the disk and the rod were deviated in the same direction (p<0.05). For the SMD2, VD expressed significantly more discomfort than HPA regarding both the Phobia criterion and the Visual criterion (p<0.05). *S vs E*: all RDT criteria showed a significant deviation decrease in erected stance only for VD (p<0.05).

Table 1: tests results for VD and HPA patients

TESTS		St	VD		HPA	
R D T	TLL	S	6,28±4,88	NS	8,36±3,13	
		E	1,92±1,79	§	*	8,58±10,15
	TLR	S	10,08±6,42	NS	NS	11,72±7,21
		E	3,82±1,91	§	NS	11,06±8,96
	TRR	S	11,79±8,79	NS	NS	8,94±3,83
		E	4,55±5,37	§	* ¶	9,77±6,48
	TRL	S	12,75±10,14	NS	NS	2,37±1,25
		E	6,25±3,65	§	NS	2,04±2,29
	ML	S	2±1,3	NS	NS	2,48±1,41
		E	0,5±0,42	§	NS	2,6±1,89
	MR	S	3,07±2,15	NS	NS	4,85±2,2
		E	1,33±0,83	§	NS	4,59±3,94
S	Phobia		53,44±24,18	* ¶	23,8±26,28	
M	Motion		46,77±29,02	¶	21±24,68	
D	Visual		54,88±25,01	* ¶	24,5±26,9	

Caption:

RDT= Rod and Disk Test (values in degree); SMD2: Space Motion Discomfort 2.0 (score on 100 points); St= Stance; VD= Visual Dependence Group; HPA= Hypo-Areflexia group; P<0,05; T= Total; L= Left; R= Right; TLL: the disk Turns to the Left and the rod is deviated to the Left; TLR: the disk Turns to the Left and the rod is deviated to the Right; ML: Mean deviation Left disk rotation; MR: Mean deviation Right disk rotation; S= Sit; E= Erect; *= VD vs HPA p<0.05; ¶= VD vs HPA (normalized by age factor) p<0.05; §= S vd E p<0.05; NS: Non-Significant

Discussion

Our results showed that patients with vestibular disorders had distinct levels of visual vertical perception. First, the SMD2 exhibited greater alteration for VD than HPA regarding both the phobia criterion and the visual criterion. The SMD2 appeared a relevant predictor of the visual dependence disorder revealing high levels of anxiety, and confirming the major impact of the vestibular system in the production of motion sickness (Redfern et al., 2007). In accordance, Money (1972) added that the loss of vestibular functions could attenuate and even eliminate the motion sickness. The RDT results revealed the effects of the body stance to sense the visual vertical. HPA had always the same deviation levels between the seated stance and the erected stance whereas VD had always lower deviation when erected. Moreover, significant differences were only observable in erected stance when the disk and the rod were deviated in the same direction, proving that the unilateral vestibular loss could not be visually compensated even in erected stance. Lopez et al (2006) have shown comparable results only in seated stance, revealing deviation differences between ipsi-contralateral disk rotations, and signs of compensation evolving in time. In erected stance, adaptive postural tilts have been observed impacting stability (Wardman et al., 2003). In vestibular rehabilitation physical activity interventions are efficient to improve posture, mobility, and self-confidence by stimulating simultaneously sensory inputs with mimicking daily living activities (Donnard et al., 2014). Further examinations should be undertaken to clarify whether it could be beneficial to compensate visual vertical perception in different body stances.

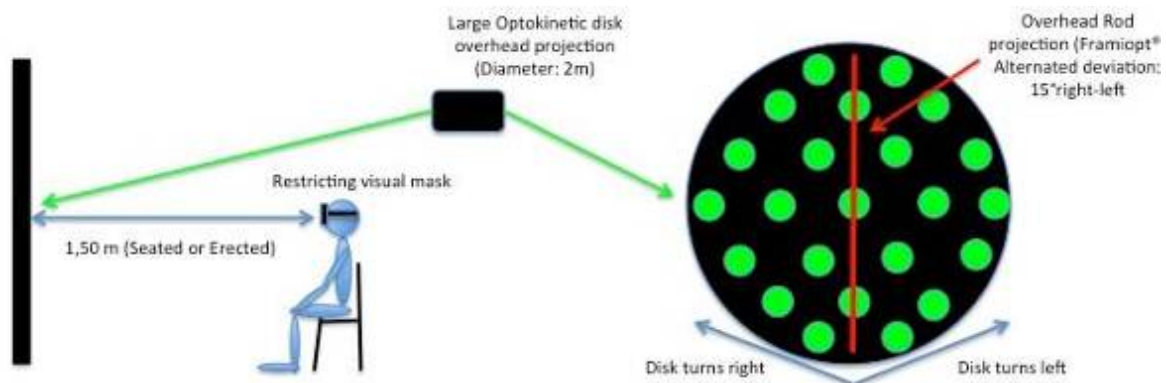


Figure 1. Rod and Disk Test: seated-erected stances

Conclusion

Visual vertical perception is a key factor in stabilizing vision and posture. The erected stance appears to be a relevant discriminating factor to assess this ability between different types of vestibular disorders. Bodily compensatory adaptations should be conducted with physical activity interventions as closest of the daily living activities.

References

- Lopez, C., Lacour, M., El Ahmadi, A., Magnan, J., & Borel, L. (2006). Perception de la verticale en présence d'informations visuelles dynamiques. *Posture et équilibre, Efficience et déficiences du contrôle postural*. Ed Solal (p77)
- Redfern, M.S., Furman, J.M., & Jacob, R.G. (2007). Visually Induced Postural Sway in Anxiety Disorders. *J Anxiety Disord*, 21(5) : 704-716
- Money, K.E (1972), Motion sickness. *Physio Rev*, 50 :1-39
- Wardman, D.L., Taylor, J.L., & Fitzpatrick, R.C. (2003). Effects of galvanic vestibular stimulation on human posture and perception while standing. *J Physiol*, 551(Pt 3): 1033–1042. doi:10.1113/jphysiol.2003.045971
- Donnard, M., Rahmani, A., Lorin, P., Boyas, S., & Beaune, B (2014). Adapted physical activity intervention and vestibular disorders. *Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering*. Vol 17, No, S1, 186-187. DOI:10.1080/10255842.2014.931676

Instabilité chronique de cheville et équilibre dynamique : la déstabilisation d'arrière pied, un révélateur de déficits fonctionnels

Nicolas Forestier¹ & Romain Terrier^{1,2}

¹ Laboratoire de Physiologie de l'Exercice (EA 4338), UFR CISM, Département STAPS, Université de Savoie.

² CEVRES Santé, Savoie Technolac, BP322, Le Bourget du Lac cedex.
nicolas.forestier@univ-savoie.fr

Introduction

Dans le domaine de la réathlétisation ou celui de la réadaptation, l'évaluation de la fonction de contrôle neuromusculaire consiste à apprécier la performance de la boucle sensori-motrice. A cet effet et du fait de la non-intentionnalité des processus de contrôle de maintien statique, les tâches de maintien dynamique ont été privilégiées. Gray (1995) décrit dans un ouvrage destiné à l'évaluation fonctionnelle du membre inférieur un test sensé remplacer à la fois les tests classiques d'équilibre unipodal jugés peu précis et les tests nécessitant du matériel particulier jugés peu abordables aux praticiens. Le Star Excursion Balance Test (SEBT) consiste à se placer en équilibre unipodal puis, tout en maintenant cet équilibre, à atteindre la plus grande distance possible avec la jambe opposée dans 8 directions différentes. Chaque pointage directionnel est associé à une difficulté de contrôle particulière du fait de la combinaison des mouvements à effectuer dans les différents plans de l'espace. Le SEBT est peu coûteux, facilement quantifiable, et il présente une sensibilité satisfaisante pour le diagnostic des déficits fonctionnels du membre inférieur (Gribble et al. 2012). L'inclusion de perturbations dans ces tests d'équilibre dynamique (surfaces instables ou altération des entrées visuelles) permet d'en augmenter la spécificité vis-à-vis de problématiques particulières (Nardone & Schieppati, 2010). Il a été démontré qu'une déstabilisation multidirectionnelle de l'arrière pied telle que celle engendrée par exemple par un support en mousse diminuait le poids des informations proprioceptives originaires de la cheville dans le contrôle de l'équilibre tandis qu'une déstabilisation conforme à l'axe physiologique de l'arrière pied permettait de maintenir le poids de ces informations (Forestier et al. 2015). Ainsi, nous pouvons émettre l'hypothèse que l'utilisation d'un tel support déstabilisant spécifique à la cheville pour la réalisation du SEBT pourrait interroger plus directement les capacités de contrôle sensori-moteur de la cheville. L'objectif de ce travail consiste à tester cette hypothèse.

Méthode

Onze sujets sains (7 femmes et 4 hommes ; 19.4±1.4 ans ; 169±11.7 cm ; 66.2±12.9 kg ; groupe contrôle) et 11 sujets ICC (3 femmes et 8 hommes ; 19.7±2 ans ; 174.5±10.2 cm ; 74.6±17.4 kg ; groupe ICC) ont participé à cette étude. Les sujets du groupe ICC ont été inclus sur la base des réponses à un questionnaire dédié, conformément aux recommandations édictées par l'International Ankle Consortium. Après un échauffement, les consignes étaient de se tenir en équilibre unipodal, les mains sur les hanches, puis d'atteindre avec le membre controlatéral la plus grande distance dans trois directions, la direction antérieure (ANT), la direction postéro-médiale (PMed) et la direction postéro-latérale (PLat). Les sujets devaient effectuer 3 essais par direction dans un ordre aléatoire. Tout manquement aux consignes de réalisation (perte d'équilibre, appui trop prononcé, déviation par rapport à la direction du pointage, perte de contact mains/hanches) invalidait l'essai en cours. Le SEBT a été réalisé en condition normale (CNorm) et en condition de déstabilisation spécifique d'arrière pied (CDestab) au moyen d'un dispositif Myolux Medik II conçu pour mobiliser spécifiquement l'arrière-pied en inversion, autour de son axe physiologique (axe de Henke). Les distances maximales atteintes par les sujets ont été relativisées (%) à la longueur du membre inférieur. Après vérification de la normalité et de l'homogénéité des variances au moyen du test Shapiro-Wilk, les valeurs de performance ont été soumises à une ANOVA de type 2 Groupes (Sain vs. ICC) x 2 Conditions (Norm vs. Instab) x 3 Directions (Ant vs. PMed vs. PLat). Des tests post-

hoc ont été réalisés lorsque nécessaire. Le seuil de significativité a été fixé à .05.

Résultats

L'ANOVA révèle une interaction significative Groupe x Condition ($F(1,10) = 5,44, p < .05$). Comme l'illustre la figure 1, le test post-hoc indique que la performance des sujets ICC est significativement inférieure à celle des sujets sains uniquement lorsque le test d'équilibre dynamique est réalisé en condition instable ($p < .01$).

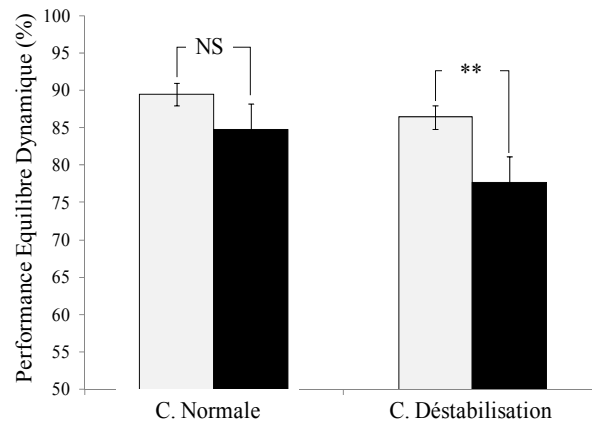


Figure 1. Illustration de l'altération de la performance d'équilibre dynamique (distances maximales relativisées à la longueur du membre inférieur) spécifique à la condition déstabilisation. En gris les sujets sains, en noir les sujets ICC.

Discussion

Conformément à l'hypothèse initiale, nos résultats démontrent que l'ajout d'un support déstabilisant spécifique permet de mettre en évidence l'altération du contrôle neuromusculaire de l'arrière pied chez les sujets ICC. L'effet différencié entre les deux conditions de réalisation du SEBT s'explique du fait de la spécificité de l'outil de déstabilisation utilisé. Si dans la condition normale les sujets ICC peuvent mettre en place des compensations comportementales pour réaliser la tâche de manière relativement efficace, une fois équipés, ils n'ont d'autre choix pour maintenir leur performance que de stabiliser efficacement leur cheville via notamment le recrutement excentrique des fibulaires. La condition déstabilisation exprime donc plus directement le défaut de contrôle neuromusculaire de l'articulation sous-talienne associé à un déficit d'origine proprioceptive et/ou musculaire.

Conclusion

En accord avec Nardone & Schieppatti (2010) ce travail démontre que l'inclusion dans les tests d'équilibre dynamique de dispositifs spécifiques d'altération des entrées sensorielles permet d'en augmenter la sensibilité vis-à-vis de problématiques particulières. Un support déstabilisant d'arrière pied qui respecte la physiologie articulaire est un révélateur des déficits fonctionnels qui conditionnent l'instabilité chronique de cheville lors de la mise en place du Star Excursion Balance Test.

Références

- Forestier, N., Terrier, R. & Teasdale, N. (2015). Ankle Proprioceptive Signals Relevance for Balance Control on Various Support. An exploratory study. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 94(1):20-7
- Gray, G.W. (1995). Lower Extremity Functional Profile. Adrian, MI: Wynn Marketing, Inc; 1995.
- Gribble, P.A., Hertel, J., & Plisky, P (2012). Using the Star Excursion Balance Test to Assess Dynamic Postural-Control Deficits and Outcomes in Lower Extremity Injury: A Literature and Systematic Review. *Journal of Athletic Training*, 47(3): 339-357
- Nardone, A & Schieppatti, M. (2010). The role of instrumental assesement of balance in clinical decision making. *European Journal of Physical Rehabilitation Medicine*, 46:221-237

La fatigue musculaire électro-induite affecte les mécanismes de contrôle proactif

Florian Monjo¹ & Nicolas Forestier¹

¹ Laboratoire de Physiologie de l'Exercice (EA 4338), Université Savoie-Mont Blanc
flomonjo@gmail.com

Introduction

La fatigue musculaire est définie comme une perte de force maximale associée à une augmentation de l'effort requis pour atteindre un niveau de force particulier (Enoka et Stuart, 1992). D'un point de vue neurophysiologique, la répétition de contractions intenses entraîne l'accumulation de métabolites dans le milieu intramusculaire ce qui provoque une augmentation du taux de décharges des afférences nociceptives des groupes III et IV. Ces afférences sont intégrées au niveau spinal et supraspinal afin d'informer le Système Nerveux Central (SNC) de l'état musculaire périphérique. Bien que la fatigue musculaire soit dans la majorité des cas le résultat de la répétition de contractions volontaires, elle peut également être induite au moyen de contractions électriques. D'un point de vue comportemental, alors que les effets mécaniques de la fatigue volontaire peuvent être compensés par la mise en place de stratégies adaptatives, il semblerait que les conséquences d'une fatigue électro-induite ne soient pas prise en compte par le SNC lors de mouvements dirigés (Huffenus et Forestier, 2006). Dans une étude antérieure (Monjo et Forestier, 2014), nous avons étudié la capacité des modèles *forward* à prédire les effets mécaniques d'une fatigue musculaire générée de façon volontaire. Pour ce faire, les sujets réalisaient des mouvements de flexion des épaules à vitesse maximale avant et après un protocole de fatigue visant les muscles focaux. Ce type de mouvement requière la mise en place d'Ajustements Posturaux Anticipés (APAs) dont les caractéristiques quantitatives dépendent du profil d'accélération des bras (De Wolf et al., 1998). Suite au protocole de fatigue, le pic d'accélération du mouvement focal diminuait de façon significative. En parallèle, les APAs étaient moins importants, et ce dès le premier essai post-fatigue. Nous suggérons alors que les afférences des groupes III et IV, qui informent le SNC du niveau de fatigue périphérique, permettent de repondérer la copie d'efférence en fonction du niveau de fatigue focale. Ce processus de repondération permet alors des prédictions précises concernant la perturbation mécanique engendrée par le mouvement. Dans cette étude, nous voulions déterminer si les mêmes processus avaient lieu suite à une fatigue focale générée électriquement. Sur la base des travaux de Huffenus et Forestier (2006), l'hypothèse était qu'aucune adaptation des APAs n'aurait lieu.

Méthodes

Les sujets (15 hommes, âge 22.8 ± 0.7 ans, taille 1.79 ± 0.02 m, poids 74.4 ± 2.7 kg) devaient réaliser des mouvements de flexion des épaules à vitesse maximale avant ($n = 12$) et après un programme d'EMS ($n = 12$) qui avait pour but d'altérer le profil cinématique du mouvement focal. Les électrodes positives étaient placées de façon bilatérale sur les muscles Deltoïdes Antérieurs et Médiaux, l'électrode négative était positionnée sur le Trapèze Supérieur. Le programme consistait en des contractions intermittentes ($n = 120$, Fréquence 30 Hz, largeur de l'impulsion 400 μ s, 4s on, 4s off).

La cinématique du mouvement focal était enregistrée au moyen d'un système d'analyse cinématique 3D (MaxPro Innovision Systems Inc., USA). Nous avons alors pu identifier le début du mouvement focal (T_0) ainsi que le pic d'accélération des bras. Les signaux électriques des muscles posturaux (Biceps Fémoraux et Érecteurs Spinaux) étaient mesurés grâce à un système d'électromyographie de surface (Modèle MWX8, Biometrics Ltd., UK). La quantité d'APAs (iEMG, % contractions maximales volontaires) était calculée dans une fenêtre temporelle s'étendant de 100 ms avant T_0 jusqu'à 50 ms après T_0 .

Les données cinématiques et EMG pré et post-fatigue ont été comparées au moyen de t-tests pour échantillons appariés.

Résultats

Les niveaux d'accélération maximale étaient significativement différents ($p < .001$) avec des valeurs de $30.4 \pm 1.2 \text{ m.s}^{-2}$ et de $27 \pm 1.1 \text{ m.s}^{-2}$ pré et post-fatigue, respectivement. En parallèle, aucune différence statistique n'apparaissait concernant les caractéristiques quantitatives des APAs entre les deux conditions musculaires ($p > .11$ pour toutes les analyses) (Fig. 1).

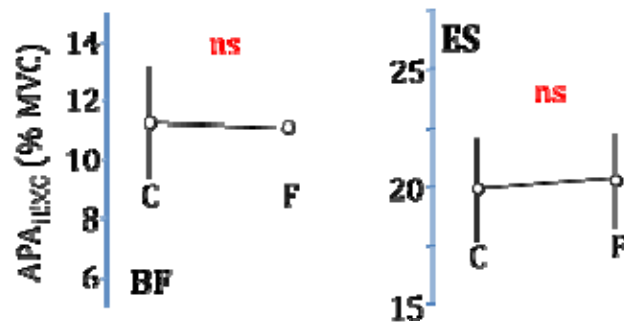


Figure 1. Quantité d'activation anticipée (APA_{iEMG}) des Biceps Fémoraux (BF) et des Érecteurs Spinaux (ES) pré (C) et post-fatigue (F). ns non-significatif.

Discussion

Malgré des niveaux d'accélération maximale moins importants post-fatigue, les APAs restent à des niveaux similaires par rapport aux essais réalisés sans fatigue. Cela dénote la mise en place de stratégies posturales proactives non-optimales par rapport aux caractéristiques cinématiques du mouvement focal. Ainsi, et en comparaison avec une fatigue focale générée de façon volontaire, il semble que les modèles *forward* ne soient pas en mesure d'intégrer les signaux relatifs à la fatigue musculaire afin d'assurer un contrôle postural anticipatoire optimal. Ces résultats sont en accord avec les résultats de Hufenus et Forestier (2006) qui montrent, au cours de mouvements de lancés, qu'aucune réorganisation de la coordination interarticulaire initiale n'a lieu suite à une fatigue induite de façon électrique. Ainsi, il peut être supposé que les signaux de fatigue associés à des contractions électriques soient soumis à un phénomène de *gating* sensoriel, sorte de processus d'intégration sélective, ne permettant pas au SNC d'utiliser les données relatives à la fatigue musculaire dans les processus de prédiction des effets du mouvement focal.

Conclusion

Bien que l'utilisation de l'EMS soit très répandue dans les domaines de la réhabilitation et de l'entraînement sportif pour ses bénéfices en termes d'amélioration des paramètres neuromusculaires, les résultats de cette étude questionnent les effets d'une telle technique sur la qualité du contrôle moteur. Nous proposons que les praticiens étudient les effets d'une utilisation chronique de l'EMS sur la qualité du contrôle moteur.

Références

- Enoka, R.M., & Stuart, D.G. (1992). Neurobiology of muscle fatigue. *Journal of Applied Physiology*, 72(5), 1631-1648.
- Hufenus, A.F., & Forestier, N. (2006). Effects of fatigue of elbow extensor muscles voluntarily induced and induced by electromyostimulation on multi-joint movement organization. *Neuroscience Letters*, 403, 109-113.
- Monjo, F., & Forestier, N. (2014). Unexperienced mechanical effects of muscular fatigue can be predicted by the Central Nervous System as revealed by anticipatory postural adjustments. *Experimental Brain Research*, 232, 2931-2943.

Influence of age and ankle plantarflexor fatigue on postural control and posture during orthostatic bipedal stance

*Sébastien Boyas,^{1,2,3} Emily Medd², Sébastien Beaulieu⁴, Amélie Boileau⁴,
Yves Lajoie², Martin Bilodeau^{3,4}*

¹ Laboratory « Movement, Interactions, Performance » (EA 4334), Université du Maine

² School of Human Kinetics, University of Ottawa

³ Aging and Movement Research Laboratory, Bruyère Research Institute

⁴ School of Rehabilitation, University of Ottawa

sebastien.boyas@univ-lemans.fr

Introduction

Standing in a bipedal stance is assumed for much of the day and is the starting posture for many other motor skills. Aging and neuromuscular fatigue are two complex phenomena that have been shown to impair postural control (Boyas et al., 2013a; Bisson et al., 2013). Commonly reported consequences of these phenomena are increased centre of pressure (COP) sway area and velocities. These observations are due to temporary (due to fatigue) or long-lasting (associated with aging) alterations in proprioception, vestibular and neuromuscular systems. In orthostatic bipedal stance, the projection of the centre of mass falls anterior to the axis of the talocrural joint. So, ankle plantarflexor muscles (APF) play a significant role in postural corrections and when targeted during fatigue protocols induce alterations in postural control (Boyas et al., 2013a, 2013b). Aging and fatigue may lead to an alteration of the body scheme, clearly demonstrating a need for kinematic information to fully understand the effects of these phenomena on postural control. However, only few studies addressed effects of fatigue on posture (i.e., joint angles and limb position, Boyas et al. 2013b; Madigan et al., 2006), and to our knowledge, no research examined the influence of age on postural control after fatigue of the APF. Therefore, the purpose of this study was to determine the effect of aging and APF fatigue on postural control and posture. Indeed, the elderly are prone to fatigue in their everyday life and it appears useful to be able to determine if this phenomenon impairs their balance and posture which may increase their risk of falling. It may also be useful to monitor individuals in order to detect those who may benefit from rehabilitation programs. It was hypothesized that age and fatigue will induce increases in sway area and COP velocity. It was also hypothesized that joint angles will change and more specifically that an increased ankle flexion will be observed after fatigue and that posture changes will not be similar in young and older adults.

Methods

Fourteen young adults (YA - 21 ± 3 years) and nine older adults (OA - 73 ± 4 years) volunteered for the study. A 6-camera motion capture system was used to assess body markers positions. Eighteen markers were placed bilaterally to calculate the articular angles in the antero-posterior direction of the ankle, knee, hip, and back. During postural trials, subjects had to stand barefoot with feet together with their eyes open (EO) or closed (EC) on a force platform. All postural trials lasted 30 s. Subjects were instructed to sway as little as possible. Subjects performed 8 pre-fatigue (PRE) postural trials, 4 with EO and 4 with EC. Afterwards, subjects performed the fatigue protocol which consisted in repeating APF (heel raises) at a pace of 40 movements per minute until exhaustion (incapacity of keeping the pace or voluntary stop). Immediately after the fatigue protocol, subjects performed 2 post-fatigue (POST) postural trials, 1 with EO and 1 with EC. This sequence was repeated 4 times to obtain 8 POST trials, 4 with EO and 4 with EC. This allowed us to assess a sufficient number of trials in similar fatigue conditions (low inter-trial variability). After the eighth POST trial, subjects seated for 60 seconds and then performed 2 postural trials, 1 with EO and 1 with EC. This was repeated four times for a total of 8 recovery trials (R). COP data were used to calculate four postural variables: the area of the 95% confidence ellipse, the mean COP velocities in the medio-lateral and antero-posterior directions, and the mean position of the COP in the antero-posterior directions. Three-way analyses of variance (ANOVA) for repeated measures were used to

assess the effects of age (YA, OA), vision (EO, EC) and time (PRE, POST, R1, R2, R3, R4) on postural variables, body joint angles and antero-posterior position of the body markers.

Results and discussion

Young adults sustained fatigue protocols longer than OA. OA probably have lower ankle muscle strength which induced a higher required relative force to stand on tiptoes at each repetition leading to an earlier stop of the fatiguing protocol. This could also be due to a premature stop of the task from OA because of the fear of pain or injury. We decided not to assess the neuromuscular fatigue induced by the protocol (e.g. using a dynamometer and electrostimulation) as this process would have taken several minutes whereas fatigue effects associated with this type of fatigue protocol are of short duration (Boyas et al., 2013a). Vision removal and fatigue induced increases in sway area and COP velocities for both populations (+258% and +43% increases in sway area and COP velocities due to fatigue, respectively; +172% and +39% increases due to vision removal). This was expected and is in accordance with literature. Fatigue led to a forward displacement of the COP for both populations. APF fatigue was associated with increased flexion of the ankle and knee joints immediately after the performance of the fatigue protocol for both populations. Differences between populations were found for hip and trunk joints (Table 1). OA demonstrated increased flexion for both hip and back joints after fatigue while YA only flexed more their back, but with greater magnitude. The mean antero-posterior position of the body markers was more forward after fatigue for both populations. All this revealed that fatigue induced changes in posture for both populations resulting in a forward displacement of the COP. To reach this, studied populations employed similar strategies at the ankle and knee joints but different ones at the hip and back joints. This kind of studies increase knowledge of fatigue-induced postural adaptations according to age and may lead to age-related rehabilitation programs precisely targeting specific muscle groups and joints in order to improve postural control and reduce risks of falls.

Table 1. Flexion amplitude (in degrees) of hip and back joints exhibited by young (YA) and older adults (OA) during postural trials performed with eyes open (EO) and eyes closed (EC) before fatigue (PRE), after fatigue (POST), and during recovery (R1-R4). *: significantly different from PRE ($p < 0.05$).

Joint	Vision	Group	PRE	POST	R1	R2	R3	R4
Hip	EO	YA	52.73	51.73	53.82	52.76	52.48	52.25
		OA	50.25	52.57*	52.02*	50.41	50.70	49.92
	EC	YA	53.22	52.14	53.26	53.13	52.36	52.82
		OA	50.89	52.14*	51.32	50.65	50.53	51.11
Back	EO	YA	-65.90	-63.37*	-64.71	-65.06	-64.58	-65.00
		OA	-65.81	-64.87*	-64.88*	-64.86*	-65.02	-65.81
	EC	YA	-65.70	-63.13*	-64.35	-63.98	-64.80	-63.92
		OA	-66.24	-65.28*	-65.05*	-64.76*	-64.83*	-64.91*

References

- Bisson, E. J., Lajoie, Y. & Bilodeau, M. (2014). The influence of age and surface compliance on changes in postural control and attention due to ankle neuromuscular fatigue. *Experimental Brain Research*, 232: 837-845.
- Boyas, S., Hajj, M. & Bilodeau, M. (2013a). Influence of ankle plantarflexor fatigue on postural sway, lower limb articular angles, and postural strategies during unipedal quiet standing. *Gait & Posture*, 37: 547-551.
- Boyas, S., McGown, C., Lajoie, Y., Bilodeau, M. (2013b). Changes in posture associated with postural control impairment induced by ankle plantarflexor fatigue during unipedal quiet standing. *Neuroscience Letters*, 547: 48– 52.
- Madigan, M. L., Davidson, B. S. & Nussbaum, M. A. (2006). Postural sway and joint kinematics during quiet standing are affected by lumbar extensor fatigue. *Human Movement Science*, 25: 788-799.

Session Orale N°2

Testing : performance et santé

(Modérateur : Laurent Bosquet)

Précision du nomogramme de Mercier dans la prédiction de la performance en course à pied en fonction du niveau

Jérémy Coquart¹, Montassar Tabben¹ & Laurent Bosquet²⁻³

¹ CETAPS (EA 3832), UFR STAPS, Université de Rouen, ² MOVE (EA 6314), UFR STAPS, Université de Poitiers, ³ Département de Kinésiologie, Université de Montréal
jeremy.coquart@voila.fr

Introduction

La capacité à prédire une performance est un grand intérêt pour l'athlète et l'entraîneur. En effet, la connaissance du potentiel de performances permet de sélectionner les meilleurs athlètes constituant une équipe, d'adapter spécifiquement les séances d'entraînement à la capacité de l'athlète, d'estimer les progrès au cours de la saison sportive, ou encore de proposer une stratégie de course théoriquement optimale durant une compétition. De ce fait, des auteurs ont proposé des outils pour prédire précisément la performance en course à pied. Parmi ces derniers, l'un des plus simples semble être le nomogramme de Mercier et al. (1984).

Précédemment, des auteurs ont montré que le nomogramme permet de prédire les performances des coureurs masculins sur 5 000 et 10 000 m à partir de deux autres performances récentes (Coquart & Bosquet, 2010). De plus, ces auteurs indiquent que les prédictions obtenues à partir du nomogramme sont meilleures que les performances prédites à partir du modèle de vitesse critique.

Plus récemment, il a aussi été confirmé que les prédictions obtenues par le nomogramme sont valides aussi chez les femmes, et que la spécialité (athlètes spécialistes du 3 000, 5 000 ou 10 000 m) n'influçait pas significativement la précision des prédictions (quel que soit le sexe) (Coquart, Mercier, Tabben, & Bosquet, 2015). Cependant, ces travaux suggèrent un possible effet du niveau de performance sur la précision des prédictions (Coquart et al., 2015). Toutefois, à l'heure actuelle aucune étude n'a testé ce possible effet.

Objectif

L'objectif de ce travail était donc d'examiner si les prédictions obtenues par le nomogramme sont valides et précises quel que soit le niveau de performance de l'athlète.

Méthode

Les bilans officiels des athlètes masculins français sur 3 000, 5 000 et 10 000 m, entre 2006 à 2014, ont été recueillis à partir du site de la Fédération Française d'Athlétisme (FFA). Une fois ces données recueillies, les athlètes ayant réalisé une performance sur les trois distances au cours de la même année ont été identifiés (n = 443). Pour ces athlètes, une performance était prédite sur chaque distance à partir des performances sur les deux autres distances en utilisant le nomogramme.

De plus, les athlètes étaient répartis en 3 groupes en fonction de leur niveau de performance (en accord avec le classement officiel de la FFA). Les athlètes de niveau départementaux et régionaux intégraient le groupe "faible" (n = 298), ceux avec une performance de niveau interrégional étaient associés au groupe "modéré" (n = 111) et les athlètes avec un niveau national ou international composaient le groupe "élevé" (n = 34).

Les performances réelles et prédites étaient comparées pour chaque distance et chaque groupe. La "taille de l'effet" était évaluée par le score *g* de Hedge. Les corrélations entre les performances réelles et prédites étaient aussi examinées. La précision des prédictions étaient évaluée par la méthode de Bland et Altman.

Résultats

Les performances prédites n'étaient pas significativement différentes des performances réelles, excepté pour les athlètes du groupe "élevé". Pour ce groupe, des différences significatives étaient

trouvées sur chaque distance (3 000, 5 000 et 10 000 m ; Tableau 1).

Les performances prédites étaient corrélées aux performances réelles, quels que soient la distance ou le groupe ($P < 0,001$; $r > 0,490$).

Un plus faible biais et des limites d'agrément (LoA95%) plus étroites étaient trouvés sur 5 000 en comparaison aux autres distances, et pour le groupe "modéré" comparé aux autres groupes (Table 1).

Table 1. Performance réelles et prédites pour chaque distance en fonction du niveau de performance.

Distance	Performance	Niveau de performance		
		Faible	Modéré	Elevé
3 000 m	Réelle	10 min 07 s ± 0 min 31 s	9 min 05 s ± 0 min 19 s	8 min 24 s ± 0 min 17 s
	Prédite	10 min 08 s ± 0 min 36 s	9 min 04 s ± 0 min 22 s	8 min 17 s ± 0 min 23 s
	Valeur P	0,189	0,38	0,004
	g de Hedge (interprétation)	0,04 (insignifiant)	0,04 (insignifiant)	0,32 (petit)
	Corrélation (interprétation)	$P < 0,001$; $r = 0,855$ (élevée)	$P < 0,001$; $r = 0,774$ (élevée)	$P < 0,001$; $r = 0,810$ (élevée)
	Biais ± LoA95%	1 s ± 25 s	-1 s ± 10 s	-7 s ± 42 s
5 000 m	Réelle	17 min 35 s ± 0 min 55 s	15 min 44 s ± 0 min 28 s	14 min 22 s ± 0 min 29 s
	Prédite	17 min 34 s ± 0 min 53 s	15 min 45 s ± 0 min 28 s	14 min 28 s ± 0 min 25 s
	Valeur P	0,207	0,748	0,007
	g de Hedge (interprétation)	0,02 (insignifiant)	0,02 (insignifiant)	0,23 (petit)
	Corrélation (interprétation)	$P < 0,001$; $r = 0,934$ (très élevée)	$P < 0,001$; $r = 0,871$ (très élevée)	$P < 0,001$; $r = 0,883$ (élevée)
	Biais ± LoA95%	-1 s ± 20 s	1 s ± 5 s	6 s ± 40 s
10 000 m	Réelle	37 min 08 s ± 2 min 03 s	33 min 14 s ± 0 min 58 s	30 min 16 s ± 0 min 54 s
	Prédite	37 min 16 s ± 2 min 22 s	33 min 11 s ± 1 min 25 s	29 min 42 s ± 1 min 25 s
	Valeur P	0,116	0,529	0,004
	g de Hedge (interprétation)	0,06 (insignifiant)	0,04 (insignifiant)	0,45 (petit)
	Corrélation (interprétation)	$P < 0,001$; $r = 0,753$ (élevée)	$P < 0,001$; $r = 0,490$ (faible)	$P < 0,001$; $r = 0,614$ (modérée)
	Biais ± LoA95%	8 s ± 2 min 15 s	-3 s ± 31 s	-34 s ± 3 min 28 s

Conclusion

Le nomogramme de Mercier et al. (1984) permet de prédire précisément la performance en course à pied sur des distances allant de 3 000 à 10 000 m, excepté pour les athlètes de niveaux national ou international. Pour améliorer encore la précision des prédictions, les performances prédites par interpolation (*i.e.*, obtenues à partir du 3 000 et du 10 000 m) semblent préférables (indépendamment du groupe). De plus, la précision semble être "optimale" pour les coureurs de niveau interrégional (quelle que soit la distance de course).

Références

- Coquart, J. B., & Bosquet, L. (2010). Precision in the prediction of middle distance-running performances using either a nomogram or the modeling of the distance-time relationship. *J Strength Cond Res*, 24(11), 2920-2926.
- Coquart, J. B., Mercier, D., Tabben, M., & Bosquet, L. (2015). Influence of sex and specialty on the prediction of middle-distance running performances using the Mercier et al.'s nomogram. *J Sports Sci*, 33(11), 1124-1131.
- Mercier, D., Léger, L., & Desjardins, M. (1984). Nomogramme pour prédire la performance le VO_2 max et l'endurance relative en course de fond. *Médecine du Sport*, 58(4), 181-187.

Cardiovascular responses to eccentric cycling

Ritter O.^{1,2}, Isacco L.³, Tordi N.^{1,4}, Degano B.⁵, Bouhaddi M.⁵, Rakobowchuk M.⁷ & Mourot L.^{3,4}

¹ EA 4267, Platform Exercise, Performance, Health, Innovation (EPSI), Franche-Comté University

² Cardiac and Pulmonary Rehabilitation Centre (CRCP-FC), Franche-Comté

³ EA 4660, Platform EPSI, Franche-Comté University

⁴ Inserm CIC-CIT 808, CHRU of Besançon

⁵ EA 3920, UFR SMP, Franche-Comte University, CHRU of Besançon

⁶ College of Health and Life Sciences, Department of Life Sciences, Brunel University, London
ritter.ophelie@live.fr

Introduction

Because of increased mechanical power in eccentric (ECC) compared with concentric (CON) exercise matched with oxygen uptake ($\dot{V}O_2$), ECC exercises offer broad muscle benefits (Isner-Horobeti, *et al.*, 2013). Thus, there is a growing interest in ECC prescription for populations with limited exercise capacities. Vascular dysfunction following ECC have been reported, likely due to higher exercise induced inflammation (Barnes, Trombold, Dhindsa, Lin, & Tanaka, 2010), as well as autonomic nervous system activity imbalance (Melo, *et al.*, 2008). However, little is known about ECC cardiovascular specific adjustments especially for exercise lasting 30-45 min. Thus, the aim of this study was to investigate the cardiovascular responses to 45-min ECC compared to CON cycling, matched with heart rate (HR) during the first 5-min of exercise to elicit close initial cardiovascular constraints as monitored during cardiac rehabilitation programs.

Material and methods

Ten healthy men (29 ± 6 years) participated. Study protocol comprised two randomized 45-min pedalling sessions (CON and ECC) one month apart. Mechanical power during the first 5-min of exercise was adjusted to elicit similar heart rate (HR) at the beginning of CON (82 ± 16 W) and ECC (210 ± 40 W). The power output was then maintained during remaining 40 min. CON (Excite+ - recline, Technogym SpA, Cesena, Italy) and ECC (Inserm U887 and Tech med, Champs sur Yonne, France) semi-recumbent ergometers were used. HR, systolic (SAP) and diastolic (DAP) arterial pressures, cardiac output (CO) and stroke volume (SV) were recorded using Nexfin (BMEYE B.V., Amsterdam, The Netherlands). $\dot{V}O_2$ was collected (Vmax Encore 29C, SensorMedics, Yorba Linda, CA, USA). Data were averaged over 5 min at Baseline (rest), Target (first 5-min), 15, 30 and 45 min of exercise. Data are presented as mean \pm standard deviation (SD). Differences in the cardiopulmonary data during and between (CON vs. ECC) and within exercises were tested with a Two Way Repeated Measures ANOVA (time vs. contraction mode) together with the Holm-Sidak post-hoc procedure. Statistical significance was set at $p < 0.05$.

Results

No significant difference in cardiopulmonary variables was observed at Baseline (Table 1; Figure 1). $\dot{V}O_2$, CO and SAP were not significantly different between CON and ECC, whatever exercise duration (Table 1).

Table 1. $\dot{V}O_2$, SAP, DAP and CO values during rest and exercise

	$\dot{V}O_2$ (L.min ⁻¹)		SAP (mmHg)		DAP (mmHg)		CO (L.min ⁻¹)	
	CON	ECC	CON	ECC	CON	ECC	CON	ECC
Baseline	0.32 \pm 0.10	0.30 \pm 0.04	111 \pm 12	106 \pm 11	56 \pm 6	52 \pm 7	7.5 \pm 1.1	7.7 \pm 0.9
Target	-	-	149 \pm 21	156 \pm 11	74 \pm 7	* 85 \pm 8	12.9 \pm 1.6	12.4 \pm 2.0
15'	1.30 \pm 0.24	1.28 \pm 0.55	146 \pm 22	150 \pm 14	71 \pm 10	* 81 \pm 9	13.9 \pm 1.4	14.1 \pm 2.9
30'	1.33 \pm 0.21	1.26 \pm 0.30	141 \pm 16	144 \pm 18	67 \pm 8	* 77 \pm 9	14.3 \pm 1.6	13.9 \pm 2.0
45'	1.32 \pm 0.21	1.21 \pm 0.28	136 \pm 16	143 \pm 14	65 \pm 8	* 77 \pm 9	14.0 \pm 1.6	14.3 \pm 2.6

* significant difference between CON (concentric) and ECC (eccentric)

$\dot{V}O_2$ (oxygen uptake); SAP (systolic arterial pressure); DAP (diastolic arterial pressure); CO (cardiac output)

Conversely, HR was significantly lower during CON than ECC at 15, 30 and 45 min of exercise whereas SV was significantly higher during CON than ECC at Target, 15, 30 and 45 min of exercise (Figure 1). While no change in HR was observed during CON exercise, HR increased from target to 15, 30 and 45 min during ECC (Figure 1A). DAP was lower during CON than ECC at Target, 15, 30 and 45 min (Table 1).

Discussion

Our results show that CON and ECC exercises matched with HR at the onset of exercise elicit similar $\dot{V}O_2$ (with markedly higher mechanical power during ECC), SAP and CO, but differences in SV and DAP during the first 5-min. These results slightly differ from Dufour, *et al.* (2007) findings where CO, SV and HR were higher during a 6 min CON compared with an ECC cycling bout. In this latter case, the exercises were matched with $\dot{V}O_2$ and not exercise onset HR. Beyond the first 5-min, ECC exercise elicited higher HR and lower SV for a same CO. DAP was also higher during ECC than CON suggesting higher peripheral resistances during ECC pedalling. This evokes a higher sympathetic activity that could be explained by the higher peripheral resistances impeding SV and mechanoreflex involvement (Dufour *et al.*, 2007). A recent study highlighted greater muscle mass involvement during ECC than CON (biceps brachii) impeding rib cage expansion (Lechauve *et al.*, 2014). Generated intra-thoracic overpressure could limit SV increase during exercise. This study is one of the first to compare the effect of a long (45 min) E3CC cycling exercise vs. a CON exercise matched for the same HR during the first 5-min. Our results showed impeded SV and increased HR to maintain CO during ECC. This highlights an increase in the constraint on the cardiovascular system and thus the long term effect of ECC cycling should be better evaluated before its use in a rehabilitation purpose. Study of inflammation during ECC could also provide interesting data to understand mechanisms underlying differences observed between the two modalities.

References

- Barnes, J. N., Trombold, J. R., Dhindsa, M., Lin, H.-F., & Tanaka, H. (2010). Arterial stiffening following eccentric exercise-induced muscle damage. *J Applied Physiology*, *109*, 1102-8.
- Dufour, S. P., Doutreleau, S., Lonsdorfer-Wolf, E., Lampert, E., Hirth, C., Piquard, F., ... Richard, R. (2007). Deciphering the metabolic and mechanical contributions to the exercise-induced circulatory response: insights from eccentric cycling. *American Journal of Physiology - Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, *292*(4), R1641-R1648.
- Isner-Horobeti, M.-E., Dufour, S. P., Vautravers, P., Geny, B., Coudeyre, E., & Richard, R. (2013). Eccentric exercise training: modalities, applications and perspectives. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, *43*(6), 483-512.
- Melo, R. C., Quitério, R. J., Takahashi, A. C. M., Silva, E., Martins, L. E. B., & Catai, A. M. (2008). High eccentric strength training reduces heart rate variability in healthy older men. *British Journal of Sports Medicine*, *42*(1), 59-63. <http://doi.org/10.1136/bjism.2007.035246>
- Lechauve, J. B., Perrault, H., Aguilaniu, B., Isner-Horobeti, M. E., Martin, V., Coudeyre, E., & Richard, R. (2014). Breathing patterns during eccentric exercise. *Respiratory Physiology & Neurobiology*, *202*, 53-58. <http://doi.org/10.1016/j.resp.2014.07.007>

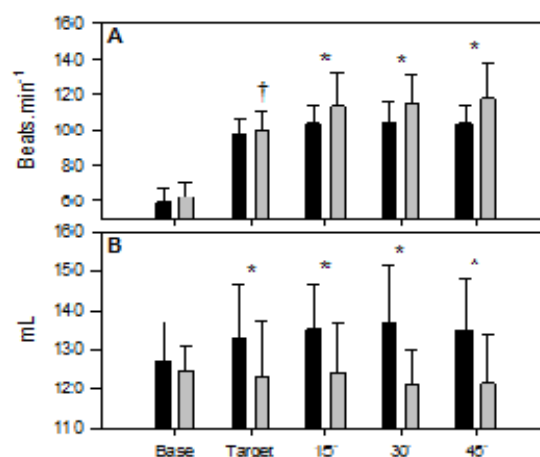


Figure 1. HR (A) and SV (B) at Baseline, Target, 15, 30 and 45 min of exercise HR (heart rate); SV (stroke volume); Black bars represent CON and grey bars ECC

* significant difference between CON and ECC
 † significant difference from Target to 15, 30, 45

Économie de la course à pied: validité écologique du tapis roulant

Loïc Damm¹, Fabien Blondel¹, Petra Ihalainen¹, Deborah Varoqui¹ & Benoît G. Bardy¹

¹ EuroMov, Université de Montpellier, 700 avenue du Pic Saint Loup, 34090 Montpellier
loic.damm@univ-montpl.fr

Introduction

Les conclusions des études sur la course à pied menées sur tapis roulant sont souvent généralisées à la course sur piste. Pourtant la cinématique et la dynamique (Nigg et al., 1995; Riley et al., 2008) diffèrent entre ces deux modalités. Le schéma de recrutement musculaire apparaît également différent, avec des résultats parfois contradictoires : si Wank et al. (1998) ont rapporté une augmentation de l'activité du biceps fémoral (fléchisseur du genou) sur tapis, Wang et al. (2014) ont au contraire noté une diminution de l'activité de ce muscle : l'activité des ischio-jambiers étant un facteur déterminant de l'économie de course (Sundby & Gorelick, 2014), courir sur tapis ou sur piste peut donc directement affecter les exigences énergétiques. Jones et Doust (1996) ont à cet effet proposé d'appliquer une pente de 1% au tapis pour s'assurer du même niveau de consommation d'O₂ comparé à la piste.

Dans cette étude, nous avons comparé l'économie de course et l'activité du biceps femoris sur tapis avec une pente de 1%, à celles mesurées sur piste chez des participants ne pratiquaient pas régulièrement la course sur tapis: le but était en effet de tester les contraintes physiologiques de ces deux modalités au sein d'un échantillon représentatif de ceux couramment constitués pour les études en physiologie et biomécanique.

Méthodes

Dix participants ont donné leur consentement éclairé pour leur inclusion dans l'étude. Leur volume maximal d'oxygène (VO₂ max) et leur premier seuil ventilatoire ont été déterminés dans le cadre d'un test d'effort maximal sur tapis roulant réalisé lors d'une consultation médicale.

L'expérience consistait en deux exercices de course de 20 minutes (séparés par une pause de 20 minutes) réalisés sur piste d'athlétisme couverte (Palais des Sports de Veyrassi, Montpellier, France) et sur tapis (S2500, Médical Développement, France, 2.46 m × 0.50 m). Ces deux conditions étaient contrebalancées entre les participants. Le participant courait à sa vitesse au premier seuil ventilatoire minorée d'un km.h⁻¹. La vitesse du tapis était contrôlée électroniquement, tandis que sur piste le participant suivait à distance constante un cycliste qui régula sa vitesse grâce à un odomètre (Sigma). Les 6 premières minutes de chaque session étaient consacrées à l'échauffement, les 14 dernières à la collecte des données expérimentales. Un système d'analyse des gaz cycle à cycle K4b2 (Cosmed, Italie) a permis de collecter les données suivantes : volume d'O₂ (VO₂), ventilation (VE), fréquence respiratoire (Rf), volume courant (Vt) et flux inspiratoire (FI). En utilisant les données de vitesse et les équations métaboliques, l'économie de course a été calculée. L'activité électromyographique du biceps femoris a été enregistrée avec une électrodes sans fil Trigno (Delsys Inc, Boston, MA, USA, 1925 Hz). Les variables recueillies durant les deux conditions de course ont été comparées avec un test non paramétrique de Wilcoxon.

Résultats

La consommation d'O₂ était significativement plus grande sur tapis comparé à la piste. La vitesse étant la même dans les deux modalités, l'économie de course était significativement meilleure sur piste. La majorité des sujets a adopté une fréquence respiratoire plus élevée sur tapis mais les disparités entre sujets préviennent tout effet statistique. Le volume courant n'était pas affecté. La ventilation était significativement plus élevée sur tapis que sur piste tout comme le flux inspiratoire. Chez 7 participants l'activation du biceps femoris était plus importante sur tapis que sur piste lors de la phase d'appui. Les moyennes et écart-types pour toutes les variables dans chaque condition sont présentés dans le tableau 1.

Tableau 1. Echanges gazeux et activité électromyographique mesurés au cours de deux modalités de course. * indique $p < 0.05$, test de Wilcoxon

	Tapis	Piste
VO₂ (mL. Min⁻¹)	2374.8 ± 444.6*	2148.5 ± 423.7
Ec (kCal.kg⁻¹.km⁻¹)	1.2 ± 0.1*	1.1 ± 0.1
VE (L.min⁻¹)	73.6 ± 9.9*	63.7 ± 9.7
Rf (resp.min⁻¹)	36.5 ± 5.8	33.4 ± 5.9
Vt (L)	2.1 ± 0.3*	2.0 ± 0.4
FI (L.min⁻¹)	2.6 ± 0.3*	2.2 ± 0.3
Biceps Femoris EMG (%max)	24.1 ± 9.5	18.4 ± 10.1

Discussion

La dépense énergétique est significativement affectée par la modalité de course. Courir sur tapis avec une pente de 1% n'entraîne pas une dépense énergétique comparable au même exercice sur piste: la dépense énergétique est supérieure sur tapis au voisinage du premier seuil ventilatoire chez des participants non habitués à cette modalité de course.

La raideur de la surface peut affecter le coût énergétique de la course (Ferris et al., 1998). C'est un paramètre qu'il n'a pas été possible de contrôler au cours de cette expérience. Cependant une différence de raideur des deux surfaces, si elle existe, est peu susceptible d'expliquer la totalité des effets constatés. L'augmentation de l'activation du biceps femoris mesurée chez la majorité des sujets sur tapis pourrait expliquer la baisse de la performance énergétique.

Le flux inspiratoire augmente sur tapis alors que des déplacements verticaux plus réduits ont été rapportés lors de cette modalité de course (Wank et al., 1998): à la réduction des impacts pourrait en effet être associés des mouvements thoraciques reposant davantage sur l'activité musculaire, ce processus se faisant au détriment de la consommation d'énergie. Cette hypothèse pourrait être testée en enregistrant l'activité des muscles respiratoires.

Conclusion

La course sur tapis avec une pente de 1% ne reproduit pas les exigences physiologiques de la course sur piste. Il semble donc que tester sur tapis une population habituée à la course en terrain libre puisse conduire à des conclusions erronées lorsqu'il s'agit d'évaluer les facteurs susceptibles d'affecter l'économie. Le schéma de recrutement musculaire pourrait en particulier être affecté.

Références

- Ferris, D. P., Louie, M., & Farley, C. T., 1998. Running in the real world: adjusting leg stiffness for different surfaces. *Proc Biol Sci* 265(1400), 989-994.
- Jones, A. M., & Doust, J. H., 1996. A 1% treadmill grade most accurately reflects the energetic cost of outdoor running. *Journal of Sports Sciences* 14(4), 321-327.
- Nigg, B. M., De Boer, R. W., & Fisher, V., 1995. A kinematic comparison of overground and treadmill running. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 27(1), 98-105.
- Riley, P. O., Dicharry, J., Franz, J., Della Croce, U., Wilder, R. P., & Kerrigan, D. C., 2008. A kinematics and kinetic comparison of overground and treadmill running. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 40(6), 1093-1100.
- Sundby, O. H., & Gorelick, M. L., 2014. Relationship between functional hamstring: quadriceps ratios and running economy in highly trained and recreational female runners. *J Strength Cond Res* 28(8), 2214-2227.
- Wang, L., Hong, Y., & Li, J. X., 2014. Muscular Activity of Lower Extremity Muscles Running on Treadmill Compared with Different Overground Surfaces. *American Journal of Sports Science and Medicine* 2(4), 161-165.
- Wank, V., Frick, U., & Schmidtbleicher, D., 1998. Kinematics and electromyography of lower limb muscles in overground and treadmill running. *Int J Sports Med* 19(7), 455-461.

Utilisation du GPS pour évaluer les limitations à la marche de patients artériopathes claudicants : application en routine clinique pour évaluer les effets d'une revascularisation

Marie Gernigon^{1,2}, Alexis Le Faucheur^{3,4,5}, Guillaume Mahé^{5,7}, Bénédicte Noury-Desvaux^{2,6},
Pierre Abraham^{1,2}

¹ Explorations Fonctionnelles de l'Exercice. CHU d'Angers ;

² Laboratoire BNMI (INSERM UMR 1083 – CNRS UMR 6214), Université d'Angers ;

³ Laboratoire M2S (EA 1274). UFR APS, Université de Rennes 2 ;

⁴ Département sciences du sport et de l'éducation physique, Ecole normale supérieure de Rennes ;

⁵ INSERM, Centre d'investigation clinique (CIC 1414), Rennes ;

⁶ IFEPSA, Apcoss, Angers

⁷ Département imagerie; Centre Hospitalier Universitaire Pontchaillou, Rennes
MaGernigon@chu-angers.fr

Introduction

L'artériopathie oblitérante des membres inférieurs affecte 11% de la population française (Boccalon, Lehert, & Mosnier, 2000). L'une de ses manifestations cliniques est la claudication intermittente due à une ischémie induite à l'effort. La claudication intermittente se caractérise par une douleur qui est absente au repos, qui n'apparaît qu'à l'effort et qui disparaît à son arrêt en moins de 10 minutes (Dormandy & Rutherford, 2000). L'outil de référence pour objectiver la distance de marche maximale (DMM) et donc la gêne fonctionnelle du patient est le tapis roulant. Toutefois, parce qu'il impose un protocole, le test de marche sur tapis roulant ne permet pas toujours de reproduire la douleur habituelle. De plus, les tests de marche sur tapis sont protocoles dépendants (Degischer, Labs, Aschwanden, Tschoepf, & Jaeger, 2002). Aussi, le géo-positionnement satellitaire (GPS) semble être pertinent dans l'évaluation de la marche spontanée et la détermination de la DMM (DMM_{GPS}) des artériopathes claudicants. L'étude multicentrique "Post-GPS" s'intéresse à l'évaluation par GPS de l'évolution à six mois de la marche des patients artériopathes. Les hypothèses de cette étude sont : 1/ que le GPS est un outil utilisable en routine clinique, 2/ en plus de la DMM, la vitesse est un paramètre clé dans l'évaluation des limitations à la marche.

Méthode

Les patients avec un index de pression systolique de cheville de repos (IPSC) $\leq 0,90$ et une DMM déclarée ≤ 500 m étaient éligibles à l'étude. Il était demandé aux patients de marcher une heure en extérieur avec un GPS sur terrain plat (M1). Les patients qui à M1 avaient une DMM_{GPS} > 2000 m ou une modification thérapeutique autre qu'une revascularisation étaient exclus et n'étaient pas sollicités pour effectuer une deuxième marche à six mois (M2). Les résultats étaient exprimés en moyenne \pm écart type, ou médiane [25^{ème} et 75^{ème} centiles] ou nombre (pourcentage). Un test t de Student apparié ou de Wilcoxon était réalisé, selon la distribution des données.

Résultats

Les résultats sont présentés dans le tableau 1. A l'issue de M1, 203 des 251 patients inclus présentaient un enregistrement satisfaisant (65 \pm 10ans; 170 \pm 7cm; 78 \pm 14kg ; DMM déclarée : 250m [150 . 400] ; IPSC : 0,66 [0,50 ; 0,76]) (Gernigon, Le Faucheur, Noury-Desvaux, Mahé, & Abraham, 2014). M1 révélait une différence entre la DMM déclarée à l'inclusion et la DMM_{GPS} (i.e., DMM_{GPS} environ trois fois supérieure). De plus, M1 montrait que 68% des patients sous-estimaient leur DMM réelle (i.e., DMM_{GPS} ≥ 500 m), 90 % reprenaient la marche en moins de 10min et 10% d'entre eux ne s'étaient pas arrêtés au cours de la marche. Parmi les 203 patients, 172 étaient éligibles à M2. Toutefois, 89 étaient exclus. Suite à M2, 83 enregistrements exploitables ont été analysés, comprenant 44 patients revascularisés et 39 patients sans modification de traitement. Il était observé une différence significative dans les limitations à la marche entre les deux groupes (Tableau 1). L'amélioration de la DMM_{GPS} et de la vitesse moyenne était plus importante dans le

groupe revascularisé. Dans le groupe revascularisé, 29,5 % des patients amélioreraient leur DMM_{GPS} et leur vitesse moyenne, 7 % n'amélioreraient que leur DMM_{GPS} et 29,5 % amélioreraient leur vitesse moyenne sans améliorer leur DMM_{GPS}. De plus, 34 % des patients de ce groupe ne présentaient pas de différence significative entre M1 et M2 pour la DMM_{GPS} et la vitesse moyenne de marche.

Discussion

L'étude « Post-GPS » révèle que le GPS est un outil utilisable dans le cadre de l'évaluation des limitations à la marche de patients artériopathes. De plus, elle met en évidence que le seul paramètre de DMM ne suffit pas pour juger d'une amélioration de la capacité marche après traitement. En effet, la vitesse semble être un paramètre essentiel dans l'évaluation de la capacité de marche de ces patients. Le GPS offre de nouvelles perspectives très intéressantes dans l'évaluation de la marche chez l'artériopathe claudicant en condition écologique.

Tableau 1. Caractéristiques des patients au moment de l'inclusion (M1) et évolution à six mois des paramètres mesurés avec le GPS des groupes revascularisé et non revascularisé (DMM: distance de marche maximale, IPSC : Indice de Pression Systolique de Cheville).

Caractéristiques à M1	Revascularisé	Non revascularisé	p
Hommes / Femmes	39 / 5 (n = 44)	39 / 0 (n = 39)	0,7023
Age (années)	62,9 ± 9,4 (n = 44)	66,2 ± 9,6 (n = 39)	0,1280
Stature (cm)	170 ± 7 (n = 42)	169 ± 5 (n = 39)	0,5992
Masse (kg)	78,3 ± 12,8 (n = 42)	78,2 ± 11,3 (n = 39)	0,9686
DMM déclarée (m)	279 ± 208 (n = 42)	291 ± 153 (n = 38)	0,7776
IPSC	0,61 ± 0,18 (n = 41)	0,66 ± 0,22 (n = 39)	0,4722
Distance totale GPS(m)	3917 ± 938 (n = 44)	3124 ± 842 (n = 39)	0,5888
Nombre d'arrêts GPS	10 ± 7 (n = 44)	9 ± 6 (n = 39)	0,7557
DMM _{GPS} (m) ^c	709 ± 477 (n = 44)	790 ± 482 (n = 39)	0,4423
Vitesse moyenne GPS (km/h) ^c	3,5 ± 0,6 (n = 44)	3,5 ± 0,6 (n = 39)	0,8844
Temps d'arrêt moyen GPS (min) ^d	1,74 ± 1,16 (n = 44)	1,52 ± 1,36 (n = 39)	0,4366
Evolution à six mois	n = 44	n = 39	p
Distance totale GPS (m)	+455 ± 786	-181 ± 561	0,0001
Nombre d'arrêts GPS	-5 ± 5	+1 ± 7	<0,0001
DMM _{GPS} GPS (m)	+442 [+213 ; +2474]	+13 [-218 ; +561]	0,0006
Vitesse moyenne GPS (km/h)	+0,3 ± 0,5 (n = 44)	-0,2 ± 0,4 (n = 39)	0,0004
Temps d'arrêt moyen GPS (min)	-0,81 ± 1,34 (n = 44)	-0,26 ± 1,43 (n = 39)	0,0767

Références

- Boccalon, H., Lehert, P., & Mosnier, M. (2000). [Assessment of the prevalence of atherosclerotic lower limb arteriopathy in France as a systolic index in a vascular risk population]. *J Mal Vasc*, 25(1), 38-46.
- Degischer, S., Labs, K. H., Aschwanden, M., Tschoepf, M., & Jaeger, K. A. (2002). Reproducibility of constant-load treadmill testing with various treadmill protocols and predictability of treadmill test results in patients with intermittent claudication. *J Vasc Surg*, 36(1), 83-88.
- Dormandy, J. A., & Rutherford, R. B. (2000). Management of peripheral arterial disease (PAD). TASC Working Group. TransAtlantic Inter-Society Consensus (TASC). *J Vasc Surg*, 31(1 Pt 2), S1-S296.
- Gernigon, M., Le Faucheur, A., Noury-Desvaux, B., Mahé, G., & Abraham, P. (2014). Applicability of global positioning system for the assessment of walking ability in patients with arterial claudication. *J Vasc Surg*, 60(4), 973-981 e971.

Session orale N°3

Biomécanique musculaire

(Modérateur : Giuseppe Rabita)

Effet du gradient de résistance isoinertielle et pneumatique sur la réponse mécanique et neuromusculaire en développé couché

Simon Avrillon¹, Boris Jidovtseff² & Gaël Guilhem¹

¹ Institut National du Sport, de l'Expertise et de la Performance (INSEP), Département de la Recherche, Laboratoire "Sport, Expertise et Performance" (EA 7370), Paris, France.

² Service évaluation et entraînement des aptitudes physiques, Département des Sciences de la Motricité, Université de Liège, Liège, Belgique
simon.avrillon@gmail.com

Introduction

La plupart des activités sportives induisent la réalisation d'actions explosives nécessitant une production de puissance musculaire élevée. L'optimisation des méthodes de développement de cette qualité, définie comme le produit de la force et de la vitesse, est un sujet primordial pour les entraîneurs. En effet, le choix de la modalité de résistance va impacter les variables cinématiques (vitesse, accélération) et cinétiques (forces) du mouvement (Frost *et al.*, 2010). L'utilisation d'une résistance isoinertielle permet le développement du taux de montée en force (Cronin *et al.*, 2003). Cependant, la phase de décélération et la baisse d'activité électromyographique (EMG) peuvent constituer des freins aux adaptations spécifiques aux besoins de l'activité sportive. L'utilisation d'appareils à résistance pneumatique permet d'obtenir des niveaux de vitesse et d'accélération supérieurs à l'exercice isoinertiel en début d'impulsion et des niveaux de force supérieurs en fin de mouvement. Si les avantages et désavantages mécaniques inhérents aux résistances isoinertielle et pneumatique semblent identifiés, (Frost *et al.*, 2008), l'impact de leur combinaison sur la réponse neuromusculaire et la production de puissance est inconnue à ce jour. L'objectif de cette étude était donc de déterminer l'effet du gradient de résistance pneumatique et isoinertielle sur les paramètres cinétiques du mouvement et l'activité musculaire lors du mouvement de développé-couché, afin de déterminer la combinaison optimale en fonction des objectifs d'entraînement musculaire.

Méthode

Dix sujets ayant une expérience préalable en musculation ont participé à cette étude. Ils ont été évalués sur un mouvement de développé-couché avec projection de la barre dans six conditions de charge (15%, 30%, 45%, 60%, 75%, 90% de la répétition maximale) et cinq gradients de résistance (100% de résistance pneumatique (PNE), 100% de résistance isoinertielle (ISO), et 3 gradients mixtes utilisant 25%, 50% et 75% de charge isoinertielle, la part restante étant imposée par de la charge pneumatique. La position de la barre en fonction du temps a été mesurée à l'aide d'un capteur de position filaire (PT5A-150, Celesco, Chatsworth, CA, USA), filtrée par un filtre passe-bas (10 Hz) Butterworth de 3^e ordre. Ces données ont été synchronisées par l'intermédiaire d'un signal externe avec l'activité EMG de cinq muscles (Biceps Brachii, Triceps Brachii, Deltoid Anterior, Pectoralis Major, Latissimus Dorsi) des deux membres supérieurs, filtrées par un filtre Butterworth (3^e ordre) passe-bande (10-400 Hz). Entre le début (position minimale) et la fin (force minimale) de l'impulsion, l'amplitude de mouvement, la vitesse, l'accélération, la force et la puissance appliquées à la barre, ainsi que la valeur Root Mean Square (RMS) de chaque muscle normalisée par la RMS maximale obtenue en contraction volontaire isométrique maximale ont été déterminées. Les données mécaniques et EMG ont été également exprimées en fonction de la durée absolue (s) et relative (% de la durée totale) de l'impulsion. Des analyses de variance à mesures répétées seront réalisées afin de déterminer l'effet du gradient de résistance sur les patterns mécaniques et électromyographiques ainsi que sur les valeurs moyennes calculées sur l'impulsion.

Résultats

Les résultats définitifs de cette étude seront présentés lors du congrès. La comparaison des patterns de vitesse, force et puissance obtenus lors de l'impulsion montre que la modalité pneumatique permet d'atteindre la vitesse maximale (supérieure de 31,0% en moyenne) tandis que la force

maximale est produite avec la modalité isoinertielle (supérieure de 19,3% en moyenne). Les résultats de cette étude nous permettront de déterminer l'effet de la résistance durant chaque portion du mouvement et d'identifier la modalité la plus adaptée en fonction des objectifs de développement fixés (Figure 1). Ces résultats préliminaires suggèrent que la modalité isoinertielle produit les niveaux de force les plus élevés en début de mouvement, tandis que la modalité pneumatique favorise la production de force en fin d'impulsion. L'étude des coordinations musculaires mises en jeu au cours des différents types d'exercice montre une activité supérieure des muscles agonistes lors de la dernière phase du mouvement avec la modalité pneumatique. Ces données devront être confirmées par l'analyse statistique globale effectuée sur l'ensemble de la population.

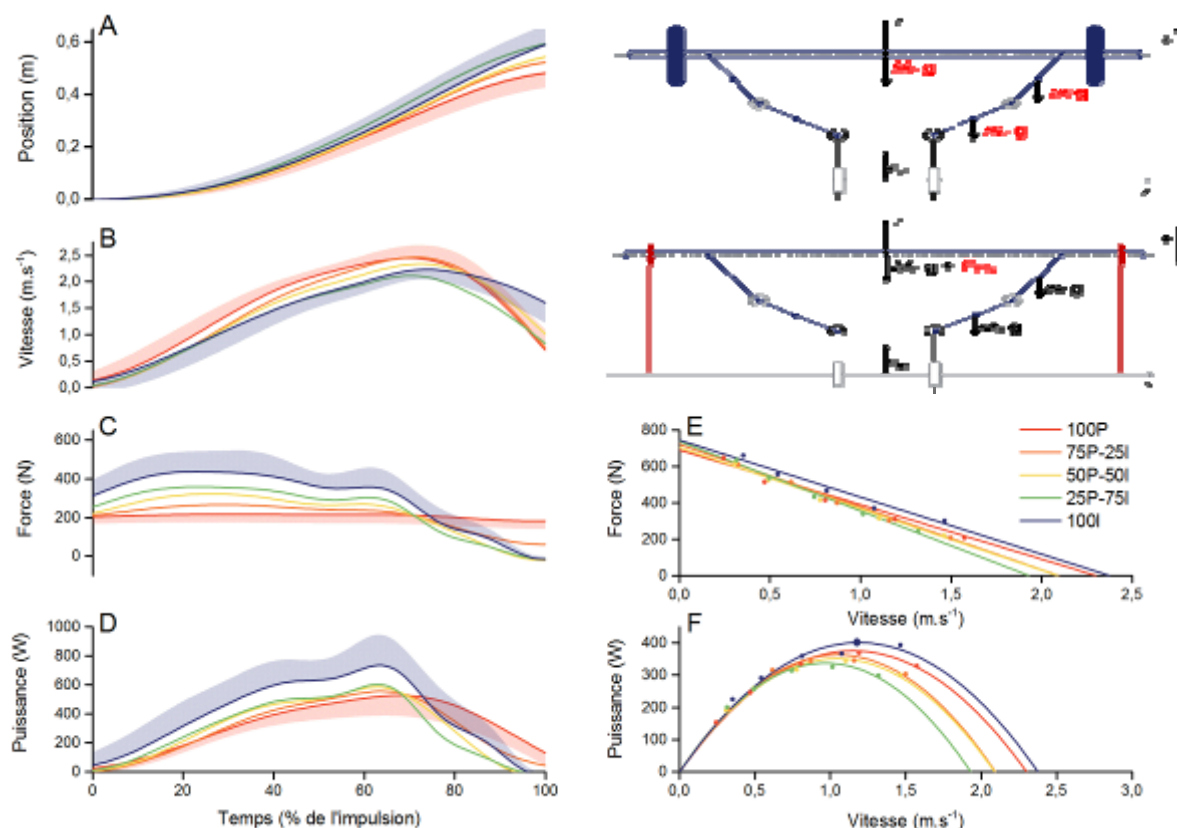


Figure 1. Décours des paramètres de position (A), vitesse (B), force (C), puissance (D) appliquée à la barre durant l'impulsion à 30% de la 1RM et relation Force-Vitesse (E) et Puissance Vitesse pour les 5 gradients de résistance.

Conclusion

Cette étude est la première à montrer des différences de patterns cinétiques lors d'exercices mixant des résistances pneumatique et isoinertielle. Les premiers résultats suggèrent un effet du gradient de résistance, soulevant des perspectives intéressantes dans l'optimisation des procédés d'entraînement musculaire.

Références

- Cronin, J. B., McNair, P. J., & Marshall, R. N. (2003). Force-velocity analysis of strength-training techniques and load: implications for training strategy and research. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 17(1), 148–155.
- Frost, D. M., Cronin, J. B., & Newton, R. U. (2008). A comparison of the kinematics, kinetics and muscle activity between pneumatic and free weight resistance. *Eur J Appl Physiol*, 104, 37–56.
- Frost, D. M., Cronin, J., & Newton, R. U. (2010). A biomechanical evaluation of resistance: fundamental concepts for training and sports performance. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 40(4), 303–326.

Instabilité chronique de cheville et faiblesse des éverseurs: confrontation de l'évaluation isocinétique et d'un test fonctionnel original

Romain Terrier^{1,2}, Francis Degache³ & Nicolas Forestier¹

¹ Laboratoire de Physiologie de l'Exercice (EA 4338), UFR CISM, Département STAPS, Université Savoie Mont-Blanc, France.

² CEVRES Santé, Savoie Technolac, BP322, Le Bourget du Lac cedex, France.

³ Haute Ecole de Santé Vaud, Avenue de Beaumont, 21, 1011 Lausanne, Suisse.

romain.terrier@cevres.com

Introduction

La faiblesse excentrique des muscles éverseurs localisés sur la face externe de la jambe, classiquement évaluée en laboratoire par le biais de tests isocinétiques, est considérée sur la base de nombreux travaux (eg. David et al. 2013) comme un déficit fonctionnel qui conditionne l'instabilité chronique de cheville (ICC). Il n'existe néanmoins pas de consensus clair à ce sujet dans la littérature, et certains auteurs (eg. Edouard et al. 2011) attribuent ces résultats contradictoires au caractère déconnecté de ce type de tests vis-à-vis de la fonction physiologique réelle des éverseurs de cheville et de la physiopathologie de l'entorse de cheville. Par ailleurs, force est de constater que les évaluations isocinétiques sont très peu utilisées en pratique par les cliniciens ou préparateurs physiques (Plante and Wikstrom, 2013) du fait des contraintes qu'elles génèrent sur les plans économique, de l'encombrement ou du temps nécessaire à leur mise en œuvre. Face à ces constats, notre équipe a récemment proposé un test original, à la fois fonctionnel et aisément transférable à la pratique quotidienne des thérapeutes et préparateurs physiques. Une étude récente (Terrier et al. 2014) a démontré que l'analyse des caractéristiques cinématiques d'un mouvement contrôlé d'inversion de cheville en charge (i.e. contre la résistance du poids du corps) permet de différencier un groupe de sujets sains d'un groupe de sujets en situation d'ICC. Ce travail se propose de comparer sur les mêmes groupes de sujets la capacité de diagnostic de ce test fonctionnel original à celle d'un test isocinétique, actuellement considéré comme le gold standard en la matière.

Méthode

Douze sujets sains (groupe SAINS, 4 hommes et 8 femmes ; 19±1.5 ans ; 169.3±8.3 cm ; 62.1±10.9 kg) et 12 sujets ICC (groupe ICC, 9 hommes et 3 femmes ; 19.5±1.9 ans ; 175.5±11.6 cm ; 71.9±16.4 kg) ont participé à cette étude. Les sujets du groupe SAINS n'ont aucun antécédent d'entorse de cheville, de pathologie du membre inférieur ou de tout autre dysfonctionnement moteur ou neurologique. Les sujets du groupe ICC ont été inclus sur la base des réponses à un questionnaire dédié, conformément aux recommandations édictées par l'International Ankle Consortium. Après un léger échauffement, les sujets de chaque groupe participaient à chacun des deux tests d'évaluation de la performance excentrique des éverseurs de cheville : le test isocinétique d'une part et le test fonctionnel en charge d'autre part. L'ordre de présentation des tests était randomisé. Le test isocinétique excentrique était effectué au moyen d'un dynamomètre isocinétique Cybex (Lumex Inc., Ronkonkoma, NY), en position allongée. Les paramètres analysés étaient les pics de couples de force excentriques des éverseurs normalisés au poids de corps des sujets (car test en décharge), collectés à 50 Hz et enregistrés pour un traitement ultérieur. Pour le test fonctionnel, les sujets en position debout et en appui unipodal, étaient chaussés d'un dispositif Myolux™ Medik II (CEVRES Santé, Savoie Technolac, France). Ce chausson biomécanique est équipé d'un articulateur positionné sous l'arrière-pied, qui reproduit fidèlement le mouvement d'inversion de cheville. L'articulateur du prototype utilisé ici était instrumenté au moyen d'un gyroscope (IXZ-500 InvenSense, Sunnyvale, USA – scale range + - 500°/s – sensitivity 2mv/°/s) permettant de collecter les données de vitesse angulaire d'inversion de cheville à 100 Hz au moyen d'une carte d'acquisition dédiée (NI USB 6009, 14 bits) et d'un programme spécifique développé sous Labview™. La tâche des sujets consistait à contrôler le mouvement d'inversion de cheville en

charge, contre la résistance du poids du corps. Le paramètre analysé était le pic de vitesse angulaire lors du contrôle de l'inversion en charge. Après vérification de la normalité de la distribution des données au moyen du test Shapiro-Wilk, et pour chacun des deux tests décrits, les paramètres de performance analysés ont été comparés entre le groupe SAINS et le groupe ICC au moyen de t-tests pour échantillons indépendants. Le seuil de significativité a été fixé à .05.

Résultats

Comme l'illustre la figure 1 (gauche), les résultats du test isocinétique ne révèlent aucune différence significative de performance excentrique des éverseurs entre les groupes SAINS et ICC ($t=-1.35$, $p=0.19$). A l'inverse (droite), le test fonctionnel de contrôle de l'inversion en charge révèle des pics (valeurs absolues) de vitesse angulaire significativement plus importants chez les ICC par rapport aux SAINS. Ce résultat traduit une faiblesse des éverseurs chez les ICC.

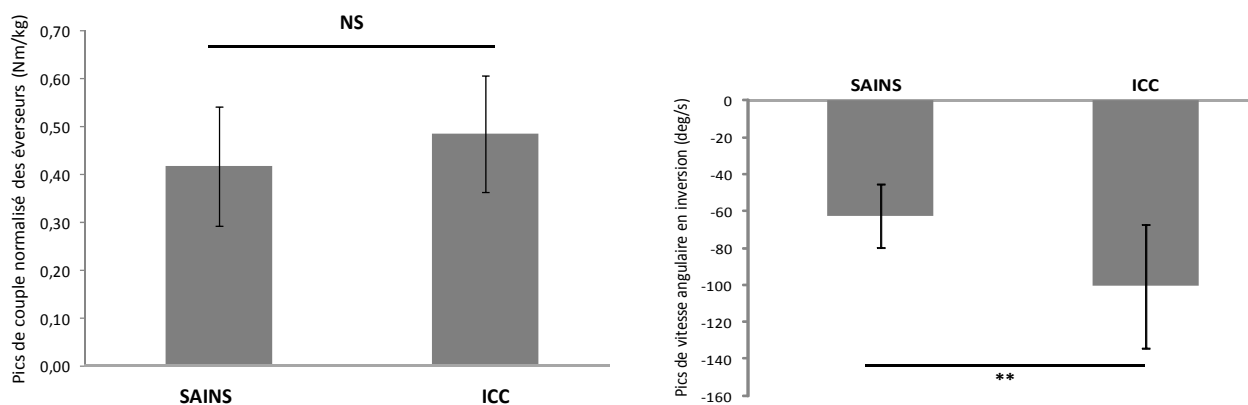


Figure 1. A gauche, les pics de couple excentrique (isocinétisme) normalisés au poids du corps. A droite, les pics de vitesse angulaire lors du test fonctionnel de contrôle de l'inversion en charge.

Discussion

L'objectif de ce travail consistait à comparer la capacité de diagnostic de faiblesse excentrique des éverseurs de cheville chez des patients ICC entre un test isocinétique (gold standard) et un test fonctionnel de contrôle de l'inversion en charge. Les résultats obtenus divergent entre les tests puisque les données isocinétiques ne révèlent pas de déficit significatif sur le plan statistique chez les ICC, alors que le test fonctionnel objective clairement une faiblesse chez ces patients. Ce travail suggère que les divergences de la littérature au sujet de l'existence ou non d'une faiblesse des éverseurs chez les patients ICC pourraient être la conséquence de l'inadéquation des tests isocinétiques utilisés, trop éloignés de la réalité fonctionnelle.

Les données rapportées ici confirment la faiblesse des éverseurs qui caractérise les patients ICC. De plus, le principal enseignement de ce travail est la mise en évidence de l'intérêt de recourir à un test fonctionnel simple, qui a par ailleurs l'avantage d'être aisément transférable à la pratique quotidienne des thérapeutes et préparateurs physiques.

Références

- Edouard, P., Fourchet, F., Collado, H., Degache, F., Leclair, A., Rimaud, D., & Calmels, P. (2011). Invertor and evertor strength in track and field athletes with functional ankle instability. *Isokinetics and Exercise Science*. 19: 91-96.
- David, P., Halimi, M., Mora, I., Doutrelot, P.L., & Petitjean, M. (2013). Isokinetic testing of evertor and invertor muscles in patients with chronic ankle instability. *Journal of Applied Biomechanics*. 29: 696-704.
- Terrier, R., Roze-Dulcina, K., Toschi, B., & Forestier, N. (2014). Impaired control of weight bearing ankle inversion in subjects with chronic ankle instability. *Clinical Biomechanics*. 29: 439-443.
- Plante, J.E. & Wikstrom, E.A. (2013). Differences in clinician-oriented outcomes among controls, copers, and chronic ankle instability groups. *Physical Therapy in Sport*. 14(4): 221-226.

Quelle est l'influence de la fréquence d'électromyostimulation sur la commande volontaire ?

Sidney Grosprêtre¹, Nicolas Gueugneau¹, Alain Martin¹ & Romuald Lepers¹

¹ Laboratoire « Cognition, Action et Plasticité sensori-motrice » (INSERM U1093), Université de Bourgogne
sidney.grospretre@gmail.com

Introduction

Il est maintenant admis que le déficit de force induit par une séance d'électromyostimulation (EMS) implique des changements aigus intervenant au niveau musculaire, et ce plus particulièrement pour de hautes fréquences de stimulation (Gregory et al. 2007). Toutefois, à de telles fréquences (80-100 Hz), la diminution de moment maximal volontaire (MMV) n'impliquerait pas uniquement une fatigue périphérique mais pourrait englober d'autres mécanismes influençant la capacité de production de force, tel que des mécanismes nerveux (Papaiordanidou et al. 2014). Cependant, les effets de la fréquence de stimulation sur la commande descendante et sur l'excitabilité spinale, évalués en contraction, restent mal connus. L'objectif de la présente étude était d'analyser et de comparer les effets aigus de différents protocoles d'EMS utilisant différentes fréquences de stimulation pour une durée d'impulsion identique sur les réponses réflexes H et V lors de MMV. Afin d'induire au cours des différentes sessions d'EMS une sollicitation musculaire identique, les différents protocoles ont été réalisés pour une intégrale force-temps similaire. Nous supposons que les hautes fréquences (>60 Hz) induiront plus de diminution des réflexes H et V par rapport aux basses fréquences.

Méthode

Huit sujets jeunes ont participé aléatoirement à 3 sessions expérimentales correspondant à 3 protocoles d'EMS réalisés avec une durée d'impulsion électrique de 1 ms et des fréquences de stimulation de 20 Hz, 60 Hz et 100 Hz. Le triceps sural a été stimulé grâce à deux électrodes rectangulaires (10 x15 cm) placées en regard du muscle à une intensité permettant d'évoquer 20% de MMV. La force en flexion plantaire ainsi que l'activité électromyographique du muscle soléaire ont été enregistrées en continu. Lors de la première session, 40 trains de stimulation (6 s ON/ 6 s OFF) ont été délivrés. Pour les sessions suivantes, le nombre de trains a été ajusté pour obtenir une intégrale force-temps identique à la première session. Avant et après chaque session d'EMS, les sujets devaient développer un minimum de deux MMV pendant lesquelles des stimulations ont été évoquées sur le nerf tibial postérieur. Ces stimulations ont été évoquées à deux intensités différentes: la première permettant d'obtenir le réflexe H maximal surimposé (H_{sur}) et la seconde permettant d'obtenir l'onde M maximale surimposée (M_{sur}) ainsi que le réflexe V de trois muscles : le soléaire (SOL), le gastrocnémien médial (GM) et le gastrocnémien latéral (GL). L'amplitude du réflexe V est un indice de l'ampleur de la commande descendante (Grosprêtre et Martin 2014). Les rapports H_{sur}/M_{sur} et V/M_{sur} , ainsi que les MMV ont été déterminés.

Résultats

Le nombre de trains de stimulation évoqués était significativement différent ($P < 0.05$) entre les sessions à 20 Hz (36.8 ± 1.6), à 60 Hz (39.3 ± 1.7) et à 100 Hz (44.1 ± 2.5) pour une valeur d'intégrale force-temps similaire ($5756.4 \pm 277.6 \text{ N.m.s}^{-1}$). Une diminution significative du MMV a été observée pour les 3 sessions (voir tableau 1), mais la diminution de MMV après la session à 100 Hz ($-14.5 \pm 3\%$) était significativement plus importante ($P = 0.03$) en comparaison de la session à 20 Hz ($-9.9 \pm 3\%$). Le rapport H_{sur}/M_{sur} a significativement diminué (SOL : $P = 0.002$, GM : $P = 0.007$, GL : $P = 0.017$) de 40% en moyenne après la session à 100 Hz. Le rapport V/M_{sur} , quant à lui, a significativement diminué de $\sim 31\%$ après la session à 100 Hz (SOL : $P = 0.009$, GM : $P = 0.007$, GL : $P = 0.039$) et de $\sim 22\%$ à 60 Hz (SOL : $P = 0.03$, GM : $P = 0.03$, GL : $P = 0.02$). Aucun changement significatif n'a été observé après la session à 20 Hz pour les rapports H_{sur}/M_{sur} et V/M_{sur} .

Tableau 1. Caractéristiques neuromusculaires pour chaque session.

(* : différence avant-après à P<0.05)

	20 Hz		60 Hz		100 Hz	
	AVANT	APRES	AVANT	APRES	AVANT	APRES
MMV (N.m)	134.3±8.6	121.5±7.7 *	136.3±12	123.9±13.1 *	131.5±14	110.9±10.9 *
SOLEAIRE						
H_{sur}/M_{sur}	0.55±0.03	0.49±0.04	0.54±0.05	0.48±0.08	0.55±0.07	0.40±0.05 *
V/M_{sur}	0.29±0.05	0.27±0.05	0.31±0.04	0.24±0.05 *	0.32±0.04	0.22±0.04 *
GASTROCNEMIEN MEDIAL						
H_{sur}/M_{sur}	0.43±0.06	0.42±0.06	0.39±0.06	0.35±0.07	0.40±0.04	0.24±0.05*
V/M_{sur}	0.28±0.04	0.27±0.07	0.28±0.06	0.24±0.05 *	0.31±0.04	0.26±0.06*
GASTROCNEMIEN LATERAL						
H_{sur}/M_{sur}	0.31±0.07	0.29±0.06	0.32±0.06	0.28±0.04	0.39±0.05	0.19±0.04*
V/M_{sur}	0.21±0.04	0.21±0.07	0.20±0.05	0.13±0.05*	0.29±0.04	0.19±0.03*

Discussion

Bien qu'une sollicitation musculaire similaire ait été produite lors des 3 sessions d'EMS, une plus grande perte de MMV a été observée après la session à 100Hz. A cette fréquence, la diminution de MMV était accompagnée par i) une moindre commande descendante volontaire, attestée par une diminution du rapport V/M_{sur} et ii) une altération de l'excitabilité spinale mise en évidence par une diminution du rapport H_{sur}/M_{sur}. Seule la commande descendante était altérée à l'issue du protocole à 60 Hz. La diminution de MMV après la session à 20 Hz, en revanche, pourrait donc résulter d'altérations d'origine musculaire uniquement. Au total, la plus grande perte de force à l'issue d'EMS à hautes fréquences semble indiquer qu'au-delà d'une fatigue musculaire, ce type de sollicitation induit une fatigue nerveuse vraisemblablement liée à une activation accrue des mécanismes nerveux lors de l'EMS. En effet, la contraction par EMS à hautes fréquences (>60 Hz) et à large durée d'impulsion (1 ms) impliquerait un recrutement des unités motrices non seulement par voie directe (activation des axones moteurs) mais également par voie réflexe (activation des afférences) sollicitant ainsi l'ensemble du système nerveux (Collins et al. 2007). D'un point de vue thérapeutique, ces résultats montrent que l'utilisation de hautes fréquences et de larges impulsions peut favoriser les adaptations nerveuses suite à un entraînement par EMS et ainsi être bénéfique dans la rééducation de pathologies nerveuses. De plus, l'utilisation de hautes fréquences permet de développer plus de force pour une intensité de courant plus faible, donc de réduire l'inconfort associé à la stimulation électrique (Neyroud et al. 2014).

Références

- Collins, D.F. (2007). Central contributions to contractions evoked by tetanic neuromuscular electrical stimulation. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 35: 102-9
- Gregory, C.M., Dixon, W., Bickel, C.S. (2007). Impact of varying pulse frequency and duration on muscle torque production and fatigue. *Muscle and Nerve*, 35(4):504-9.
- Grosprêtre, S., Martin, A. (2014). Conditioning effect of transcranial magnetic stimulation evoking motor-evoked potential on V-wave response. *Physiological Reports*, 2(12).
- Neyroud, D., Dodd, D., Gondin, J., Maffiuletti, N.A., Kayser, B., Place, N. (2014). Wide-pulse-high-frequency neuromuscular stimulation of triceps surae induces greater muscle fatigue compared with conventional stimulation. *Journal of Applied Physiology*, 116(10):1281-9.
- Papaiordanidou, M., Stevenot, J.D., Mustacchi, V., Vanoncini, M., Martin, A. (2014). Electrically induced torque decrease reflects more than muscle fatigue. *Muscle and Nerve*, 50(4):604-7.

Shoulder muscle contribution to the glenohumeral stability during dynamic tasks

Yoann Blache^{1,2,3}, Fabien Dal Maso^{1,2}, Benjamin Michaud¹, Paul Allard¹ & Mickaël Begon^{1,2}

¹ Laboratoire de Simulation et Modélisation du Mouvement, Département de Kinésiologie, Université de Montréal, Québec, Canada. ² Centre de Recherche du Centre Hospitalier Universitaire Sainte-Justine, Montreal, Québec, Canada. ³ Centre de Recherche et d'Innovation sur le Sport, Université Claude Bernard, Lyon, France
yoann.blache@hotmail.fr

Introduction

Glenohumeral joint enables the greatest articular mobility in the human body. However, glenohumeral joint is also the most unstable joint. From a clinical point of view, glenohumeral joint instability is defined as a too large displacement, that may lead to joint dislocation, after a force exertion on the humerus (Veeger and van der Helm, 2007). Active structures such as shoulder muscles ensure the main contribution of glenohumeral stability. In addition, cadaveric and electromyography approaches pointed out that rotator cuff muscles are the shoulder muscles the most involved in glenohumeral stability. Nevertheless, the methods used to assess the function of rotator cuff muscles may present some limits. Firstly, concerning the cadaveric methods, the main concern is that glenohumeral joint instability was only tested in static and in limited glenohumeral poses. Moreover, the forces developed by the cables (replacing the muscles) may not perfectly reflect the forces produced since no co-activation dynamics was taken into consideration. Secondly, studies using electromyography never really compared the shoulder muscle activity between the two conditions: glenohumeral instability and stability. By contrast musculoskeletal models enable to simulate upper-limbs movements with and without glenohumeral stability (Steenbrink, et al., 2009). Therefore the purpose of this study was to assess the stabilization function of shoulder muscles during a dynamic lifting task. It was hypothesized that the rotator cuff muscles ensure glenohumeral stability.

Methods

Seven healthy male (mean±SD: age, 25.5±1.63 years; height, 1.80±0.08 m; mass, 74.9±11.7 kg) and four healthy female (age: ranged between 20 and 23 years; height: ranged between 1.66 and 1.70 m, mass: ranged between 55 and 60 kg) right-handed subjects volunteered in this study. They were fitted with 25 markers and 9 surface EMG electrodes (anterior, middle and posterior deltoids, upper, middle and lower trapezius, latissimus dorsi, biceps and triceps). Prior to the tests, isometric maximal voluntary contractions for the muscles were performed. The test consisted in lifting a box (6 kg) positioned on a shelf from the hip level to a shelf located at the shoulder level. Muscle activity, 3D kinematics (18-cameras Vicon) and handgrip forces were measured during the trials. An Opensim generic musculoskeletal model of the shoulder and upper limbs was scaled with respect to the subjects' anthropometry. Joint kinematics was obtained using inverse kinematics algorithms. Then muscle forces and activations were estimated for two conditions namely with and without glenohumeral stability. Firstly, static optimization was implemented with a constraint of non-dislocation of the glenohumeral joint (stability). To that aim we constrained the glenohumeral reaction forces to be inside a friction polygon calculated from dislocation threshold (Dickerson, et al., 2007). Secondly muscle forces and activations were computed without any constraint on the glenohumeral joint. Muscle forces and activations were compared between the two conditions (stability and instability) using Wilcoxon rank tests. As 22 muscles were tested, a Bonferroni correction was applied to the level of significance that was set at $p < 0.002$ ($0.05/22$).

Results

The model represented the salient characteristics of the subject lifting tasks. Indeed, the RMS

difference between experimental markers and virtual markers of the model was on average 21.3 ± 2.2 mm. Residual mean torques were equal to 1.10 ± 0.75 N.m. Finally the average difference between the normalized EMG and the muscle model activations was equal to $12.4 \pm 6.6\%$ of the maximal activation. Without constraint of glenohumeral no-dislocation (instability), $82.0 \pm 12.1\%$ of the total lifting duration corresponded to glenohumeral reaction forces outside of the friction polygon. By contrast, for the stability condition, all the forces were located inside the polygon friction. The implementation of the glenohumeral no-dislocation constraint (stability) resulted in a significant greater mean activation and force of the supraspinatus only (0.06 ± 0.04 vs. 0.19 ± 0.13 ; $p < 0.002$; 34.6 ± 27.5 N vs. 93.2 ± 52.9 N; $p < 0.002$) compared to the model without glenohumeral no-dislocation constraint (instability) (Figure 1).

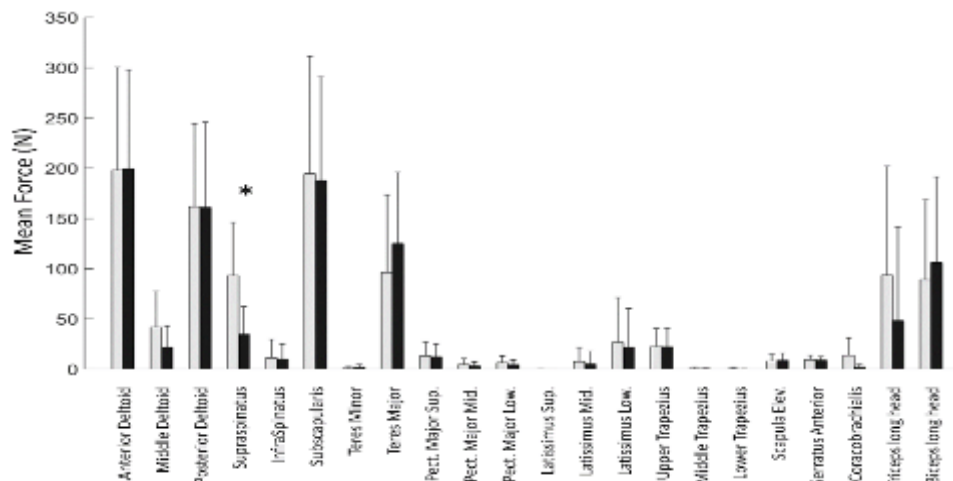


Figure 1. Mean muscle forces with (in grey) and without (in black) glenohumeral no-dislocation constraint. * means that the difference was significant with a p-value < 0.002

Discussion

The main finding of this study was that contrary to our hypothesis, only the supraspinatus contributed actively to the stabilization of the glenohumeral joint during lifting task. Nevertheless, each individual shoulder muscle is a part of the shoulder muscles system. Thus, the stabilization function of a given muscle is possible only with the co-activation of the other shoulder muscles (Blache, et al., 2015).

The second finding was that when no constraint to the glenohumeral joint is implemented in shoulder musculoskeletal model, muscle forces may be underestimated. In such a case, only the mover function of the muscle is assessed, whereas their stabilization role is not.

To conclude, no-dislocation constraints should be included in all MSK models to better understand the role of the rotator cuff muscles.

References

- Blache, Y., Dal Maso, F., Desmoulins, L., Plamondon, A. & Begon, M. (2015). Superficial shoulder muscle co-activations during lifting tasks: Influence of lifting height, weight and phase. *Journal of electromyography and kinesiology*, 25(2), 355-362.
- Dickerson, C.R., Chaffin, D.B. & Hughes, R.E. (2007). A mathematical musculoskeletal shoulder model for proactive ergonomic analysis. *Computer methods in biomechanics and biomedical engineering*, 10(6), 389-400.
- Steenbrink, F., de Groot, J.H., Veeger, H.E., van der Helm, F.C. & Rozing, P.M. (2009). Glenohumeral stability in simulated rotator cuff tears. *J biomech*, 42(11), 1740-45.
- Veeger, H.E. & van der Helm, F.C. (2007). Shoulder function: the perfect compromise between mobility and stability. *Journal of biomechanics*, 40(10), 2119-2129.

Session orale N°4

Pathologies -condition physique

(Modératrice : Nathalie Boisseau)

Effets d'un entraînement en sprints sur les aptitudes aérobie et anaérobie de sujets obèses

Laëtitia Raut Le Gallic¹, Sophie Lemoine-Morel¹, Ahmed Berriri², Wiem Kebisi¹, Hela Adela³, Morad Hambli², Saïd Ahmaïdi² & Hassane Zouhal¹

¹Laboratoire Mouvement Sport Santé (M2S), Université de Rennes 2-ENS Rennes, Av. Charles Tillon, 35044 Rennes, France.

²Laboratoire EA-3300 : APERE, Adaptation Physiologiques à l'Exercice et Réadaptation à l'Effort, UFR des Sciences du Sport, Université de Picardie Jules Verne, F-80025 Amiens, France.

³Centre national de la médecine et des sciences du sport (CNMSS) Tunis, Tunisie.

Introduction

L'entraînement en endurance induit une perte pondérale, améliore la composition corporelle et augmente les capacités physiques des sujets obèses. Malgré leurs avantages, les exercices longs sont perçus comme fastidieux et non attrayants, avec des effets modestes au regard du volume de travail fourni (Janiszewski et Ross, 2010). C'est pourquoi l'entraînement de haute intensité, avec des effets très souvent comparables voire meilleurs comparés à ceux obtenus suite à l'entraînement continu, (Gibala et coll. 2006) est à présent recommandé pour cette population. Malgré cela, les études ayant vérifié les bénéfices de l'entraînement en sprints chez le sujet obèse sont quasi inexistantes, avec des périodes d'intervention très courtes (2-3 minutes) ; les résultats sont par ailleurs controversés (Whyte et coll. 2010, Skleryk et coll. 2013).

L'objectif de notre étude est alors de vérifier les effets d'un programme d'entraînement en sprints de 10 semaines sur la condition physique de jeunes hommes obèses. Nous supposons qu'un entraînement en sprints augmente l'aptitude aérobie et anaérobie des sujets.

Méthodes

9 hommes âgés de $24,1 \pm 4,3$ ans dont l'indice de masse corporelle (IMC) était supérieur à 32 Kg/m^2 ont suivi 10 semaines d'entraînement en sprints [3 à 4 séances de 30 min par semaine; initialement : 3 x (3 x 8sec) avec une intensité de 75 à 90% P_{Pic} , R = 2min] avec une augmentation progressive de l'intensité et du nombre de répétitions. Les indicateurs anthropométriques (poids corporel et pourcentages de masse grasse et de masse maigre, déterminés par DEXA), et la condition physique [$VO_{2\text{pic}}$, consommation pic d'oxygène ; P_{Pic} , puissance développée lors du test charge/vitesse (CV) ; P_{max} et P_{moy} , puissances maximale et moyenne développées lors du test de sprints répétés (CST) (7x10sec, R=1min50sec)] des sujets ont été mesurés en début et en fin d'entraînement.

Résultats/discussion

Nos résultats montrent une diminution significative du poids corporel des sujets ($107 \pm 13,7$ vs. $97,2 \pm 6,3$ kg, $p < 0,05$), associée à une diminution du pourcentage de masse grasse ($-6,46\%$, $p < 0,05$). Le pourcentage de masse maigre tend à augmenter ($+2,5\%$). L'entraînement ne modifie pas les valeurs absolues et relatives de $VO_{2\text{pic}}$. Néanmoins, la fréquence cardiaque à $VO_{2\text{pic}}$ a diminué significativement ($182 \pm 7,9$ vs. $168,3 \pm 15,7$ bpm, $p < 0,05$). Les puissances maximales et moyennes, absolues et relatives, développées lors du CV et du CST augmentent en réponse à l'entraînement en sprints (tableau 1).

Tableau 1: Les puissances développées lors du CV et CST

		Pré-entraînement	Post-entraînement
CV	Ppic (w)	754,5±159,5	906,6±113,1*
	Ppic/MC (w/kg)	6,8±1,2	9,3±1,3*
	Ppic/MM (w/kg)	12,8±2,1	15,7±2,3*
CST	Pmoy (w)	745,8±215,3	863,1±130,86*

CV: Charge-vitesse; CST: sprint répétés sur ergocycle; Ppic: puissance maximale; Pmoy: puissance moyenne; MC: masse corporelle; MM: masse maigre; *:p<0.05

Discussion

Cette étude montre pour la première fois qu'un entraînement en sprints de 10 semaines augmente la condition physique de sujets souffrant d'obésité. Ces bénéfices montrent un intérêt dans la prise en charge de ce public qui est très souvent caractérisé par une faible condition physique, favorisant ainsi l'inactivité et le développement de la maladie.

Références :

- Gibala, M.J., Little, J.P., van Essen, M., Wilkin, G.P., Burgomaster, K.A., Safdar, A., et al. Short-term sprint interval versus traditional endurance training: similar initial adaptations in human skeletal muscle and exercise performance. *J. Physiol.*, 2006 ; 575: 901–911.
- Janiszewski PM., Ross R. Effects of weight loss among metabolically healthy obese men and women. *Diabetes Care*, 2010 ; 33(9):1957-9.
- Skleryk J.R., Karagounis L.G., Hawley J.A., Sharman M.J., Laursen P.B., Watson G. Two weeks of reduced-volume sprint interval or traditional exercise training does not improve metabolic functioning in sedentary obese man. *DiabetesObesMetab.*, 2013 ; 15(12):1146-53.
- Whyte L.J., Gill J.M.R., Cathcart A.J. Effect of 2 weeks of sprint interval training on health-related outcomes in sedentary overweight/obese men. *Metabolism Clinical and experimental*, 2010 ; 59 : 1421-1428.

Effet d'un programme intermittent de haute intensité sur la perte de masse grasse abdominale chez des femmes ménopausées diabétiques de type 2

Florie Maillard¹, Justine Tépinière¹, Lore Metz¹, Jessica Lavigne¹, Stéphanie Derkaoui¹, Stéphane Penando², Nathalie Boisseau¹.

¹ : Université Clermont Auvergne, Université Blaise Pascal, EA 3533, Laboratoire des Adaptations Métaboliques à l'Exercice en Conditions Physiologiques et Pathologiques (AME2P), BP 80026, F-63171 Aubière Cedex, France.

² : Université de Clermont-Ferrand, Hôpital Gabriel Montpied (CHU), France.
florie.maillard@gmail.com

Introduction

Le diabète de type 2 (DT2) est corrélé à un pourcentage élevé de masse grasse (MG) et aux risques de développement de maladies cardiovasculaires (MCV) (de Koning *et al.* 2007). Ce risque est accentué à la ménopause chez la femme en raison d'une évolution de la répartition de sa MG qui tend vers une prédominance abdominale (Mayes *et al.* 2004). Chez les personnes en surpoids, la majorité des prises en charge par l'activité physique comporte des protocoles intégrant des modalités d'exercice de longue durée et de faible intensité (SSE en anglais pour steady state exercise). Sans contester leur intérêt sur un plan cardio-vasculaire et métabolique, les bienfaits de telles sessions sur la perte de MG sont parfois limités (Shaw *et al.* 2006). Actuellement des données suggèrent que les exercices intermittents de haute intensité (HIIE en anglais pour High-Intensity Intermittent Exercise) ont le potentiel de diminuer la MG totale et particulièrement la MG abdominale (dont viscérale) fortement corrélée aux MCV (Boutcher 2011). Malgré ces données, à l'heure actuelle aucune étude n'a utilisé l'HIIE chez des femmes DT2 ménopausées pour favoriser une diminution spécifique de la MG abdominale. L'objectif principal de ce travail est de comparer deux modalités d'exercice de 4 mois (HIIE vs SSE) sur l'évolution de la MG abdominale totale et viscérale de femmes DT2 ménopausées. Seront également évalués : l'évolution des masses maigres totales et segmentaires, l'équilibre glycémique (glucose, HbA1c), et le profil lipidique (TG, cholestérol total, LDL, HDL)

Matériel et méthode

Treize femmes ménopausées DT2 ($68,5 \pm 1,6$ ans; IMC de $30,8 \pm 0,9$) ont été réparties aléatoirement en deux groupes : SSE (n= 6) ou HIIE (n= 7). Elles ont ensuite suivi 16 semaines d'entraînement à raison de deux entraînements par semaine. Une séance HIIE comprenait 20 min de bicyclette durant laquelle les sujets devaient pédaler à vitesse maximale pendant 8 secondes suivies de 12s de récupération active. Le groupe SSE pédalait quant à lui 40 min à 50% de leur FCmax de réserve. Les deux modalités d'entraînement comprenaient également du stretching (SSE : 10 min ; HIIE : 30 min) et du renforcement musculaire (SSE et HIIE : 20 min). Les deux types d'entraînement étaient iso-énergétiques. Au début (T0) et à la fin des 16 semaines (T4), différentes mesures ont été réalisées:

-Mesures corporelles : Le poids (kg), la taille (cm), le tour de taille (cm), le tour de hanches (cm) ont été mesurés par des outils classiques. L'utilisation du DXA a permis de déterminer avec précision les MG et les masses maigres totales, segmentaires et abdominales. La MG viscérale a été estimée selon la technique de Martin & Jensen (1991) à partir du DXA, du pli moyen abdominal (cm), du diamètre abdominal (cm), et du tour de taille (cm).

-Dépenses énergétiques et apports alimentaires ont été estimés à partir de questionnaires (7 jours).

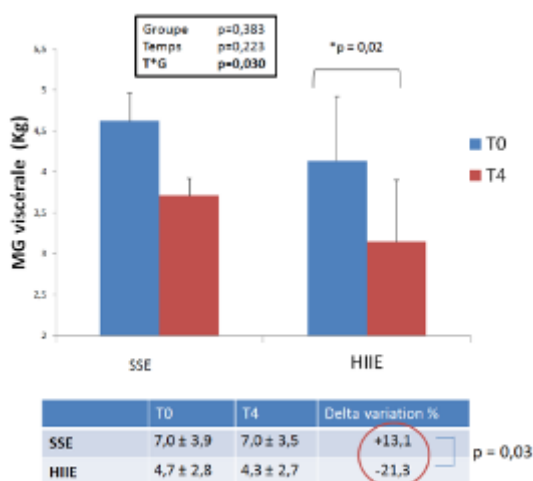
-Profil lipidique et équilibre glucidique : une prise de sang à jeun a permis de déterminer l'évolution de différents paramètres: TG, cholestérol, HLD, LDL, HbA1c et glycémie.

Résultats

Après 16 semaines d'intervention, à poids constant et sans modification concomitante de la balance énergétique, nos résultats montrent une perte de MG totale ainsi qu'un gain de masse maigre dans

les deux groupes ($p < 0,05$). Au niveau des membres inférieurs, les masses maigres et les masses musculaires estimées (masse maigre - contenu minéral osseux) ont significativement augmenté dans les deux conditions d'entraînement ($p < 0,05$) mais apparaissent supérieures dans le groupe SSE ($p < 0,05$). Une diminution post-entraînement du tour de hanche est à noter dans le groupe HIIE ($p < 0,05$). Au niveau abdominal, la perte de MG est plus importante dans le groupe HIIE ($-7,2\% \pm 1,9$ vs $0,4\% \pm 2,2$; $p < 0,05$) et la perte de MG abdominale viscérale ($-21,3\% \pm 3,1$) n'est significativement diminuée que dans le groupe HIIE ($p < 0,03$) (Figure 1). Enfin, les deux types d'entraînement ont favorisé une réduction significative de l'hémoglobine glyquée ($p < 0,05$), mais n'ont pas modifié le bilan lipidique ou la glycémie à jeun.

Figure 1 : Evolution de la masse grasse viscérale avant (T0) et après (T4) 16 semaines



d'entraînement suivant les deux modalités d'entraînement (HIIE : $n=7$; SSE : $n=6$). Moyennes \pm SEM. * : $p < 0,05$, différence significative entre T0 et T4.

Conclusions

Les deux types d'entraînement, réalisés à raison de deux fois par semaine pendant seize semaines, montrent des résultats significatifs sur la composition corporelle et l'hémoglobine glyquée. Si les deux modalités d'exercice favorisent une diminution de MG au niveau abdominal et du corps entier, l'HIIE a permis une perte plus importante au niveau abdominal et est le seul dans cette étude à diminuer significativement la MG abdominale d'origine viscérale. Si ces résultats préliminaires doivent toutefois être confirmés sur de plus grands échantillons, l'HIIE apparaît toutefois comme un programme alternatif intéressant chez des femmes en surpoids ménopausées. Son caractère ludique et non chronophage est également un élément important, favorisant la motivation des sujets, et donc indirectement leur compliance à long terme.

Supporté par « Région Auvergne », France.

Références

- Boutcher SH., (2011). High-intensity intermittent exercise and fat loss. Journal of Obesity, Article ID 868305.
- De Koning L, Merchant AT, Pogue J, Anand SS. (2007). Waist circumference and waist-to-hip ratio as predictors of cardiovascular events: meta-regression analysis of prospective studies. Eur Heart, 28(7):850-856.
- Martin ML., Jensen MD. (1991). Effects of body fat distribution on regional lipolysis in obesity. J Clin Invest. 1991 Aug;88(2):609-13.
- Mayes JS. and Watson GH. (2004). Direct effects of sex steroid hormones on adipose tissues and obesity. Obes Rev. Nov;5 (4):197-216.
- Shaw K., Gennet H., O'Rourke P., and Del Mar C. (2006). Exercise for Overweight or Obesity. John Wiley & Sons, The Cochrane Collaboration.

La condition physique des étudiants : une sédentarité inquiétante

Isabelle Caby¹, Claire Toulotte², Nicolas Blondel¹, Thierry Pezé^{1,4}, Rémy Hurdiel^{1,4}, Denis Theunynck^{1,4}

¹ Laboratoire « Activité Physique Muscle, Santé » (EA 4488), URePSSS – U Artois

² LAMIH, CNRS, UMR CNRS 8201, Faculté des Sciences et des métiers du Sport, U Valenciennes

³ Faculté des Sports et de l'EP, Liévin, Université d'Artois.

⁴ Département des Sciences du Sport, URePSSS-EA 4110/EA4488, Dunkerque, Université du Littoral.

isabelle.caby@univ-artois.fr

Introduction

La santé étudiante préoccupe de nombreux professionnels, chercheurs et institutionnels. Le rapport sur la santé des jeunes en 2013 met en évidence des comportements à risque importants chez les jeunes et jeunes adultes (Beck & Richard, 2013). L'inactivité physique fait partie des conduites à risque à un tel point que l'Organisation Mondiale de la Santé la considère aujourd'hui comme un problème de santé publique mondiale et comme un facteur de risque majeur de maladies non transmissibles (MNT) telles que les maladies cardio-vasculaires, le cancer, et la diabète (Hallal et al., 2012). L'entrée à l'Université entraîne chez les étudiants de profondes modifications d'habitudes de vie et de vie physique, exposant ces derniers directement ou indirectement à des risques de santé (Ladner et al., 2013).

L'objet de notre étude est de présenter les résultats d'une évaluation pluridisciplinaire des déterminants de santé des étudiants du Nord-Pas-de Calais en identifiant plus précisément leur niveau de condition physique. Ce travail s'inscrit dans une recherche globale initiée en 2008 avec la Mutualité Française, nommée « Universanté », comprenant un volet « évaluation de la santé » et un volet « prévention et promotion d'habitudes de vie saine ». Cette recherche est actuellement en développement au niveau régional (Universités de Lille et de l'Artois) et au niveau international (Université de Chicoutimi, Canada et Université de Balamand, Liban).

Méthodologie

Notre analyse porte sur un échantillon de 910 étudiants, rencontrés sur l'année universitaire 2014-2015 dans le cadre de 7 journées d'évaluation réalisées sur 7 sites de la région. Sur chacun des sites, les participants ont été évalués dans une même unité de temps et de lieu.

Chaque journée Universanté est réalisée en deux temps. Un premier temps est fait sur le recueil de données sociodémographiques, biométriques et biomédicales : poids, taille, masse grasse, tour de taille, tour de hanche, peak flow, densité minérale osseuse, tension, fréquence cardiaque, cholestérol, et des données physiques : détente verticale (Sargent), force du poignet (Handgrip), vitesse-coordination (Shuttle Run), vitesse maximale aérobie (test navette). Ces données sont complétées par une évaluation des déterminants de santé à partir d'auto-questionnaires (nutrition, alcool, tabac, activité physique, vie sociale, bien être, qualité de vie, sommeil, multimédia). L'enregistrement et l'analyse des données sont réalisés dans un second temps. Une prise en charge est proposée par des professionnels si des comportements à risque sont détectés. L'enregistrement et l'analyse sont faits par un pair formé en deuxième année de Master Activités Physiques Adaptées Santé en présence de l'étudiant évalué. Le circuit d'évaluation se termine par la visite du village santé où l'étudiant peut librement rencontrer les professionnels et partenaires de santé.

Résultats

Le niveau de condition physique est significativement meilleur chez les étudiants que chez les étudiantes. Les qualités physiques de vitesse coordination, de détente verticale, de force de préhension et la vitesse maximale aérobie sont plus développées chez les hommes (tableau 1). En comparaison avec la littérature nationale et internationale, ce niveau de condition physique apparaît comme étant faible et ce pour les deux sexes. Ce faible niveau de condition physique pourrait s'expliquer par une importante inactivité physique : seule 35% de la population étudiante déclare

pratiquer une activité physique régulière (deux fois et plus par semaine), le temps de sédentarité moyen auto-déclaré, temps passé assis ou allongé en dehors du sommeil, est de 540 ± 120 min vs 300 au niveau mondial, ce qui est inquiétant. Les VO₂ max estimés à partir de la mesure de la Vitesse Maximale Aérobie représentent $32 \text{ ml}^{-1}.\text{min}^{-1}.\text{kg}^{-1}$ pour les femmes et $44 \text{ ml}^{-1}.\text{min}^{-1}.\text{kg}^{-1}$ pour les hommes et correspondent à des niveaux sédentaires. La population féminine est davantage touchée par le problème de sédentarité et d'inactivité physique avec des répercussions importantes sur le taux de masse grasse dont la moyenne se situe à 35% ; ce qui est bien supérieur à la norme (18-24%), et un risque d'obésité gynoïde élevé (tour de taille/tour de hanche > 0,85) pour 38,6% des filles et un surpoids (IMC > $25 \text{ kg}.\text{m}^{-2}$) présent pour 29,3% d'entre elles.

Tableau 1. Évaluations biométriques et physiques des étudiants

N =910	Femmes n=537	Hommes n=359	p
Effectif %	59	41	
Age (ans)	$21,26 \pm 5,33$	$21,42 \pm 5,28$	0,112
IMC (kg/m^2)	$23,75 \pm 2,71$	$24,75 \pm 4,32$	0,761
Rapport Tour de Taille / Tour de Hanche	$0,82 \pm 0,08$	$0,88 \pm 0,08$	$P < 0,001$
Masse Grasse (%)	$34,22 \pm 7,82$	$20,75 \pm 7,28$	$P < 0,001$
Tension Systolique (mmHg)	$11,85 \pm 1,26$	$12,5 \pm 1,37$	$P < 0,001$
Tension Diastolique (mmHg)	$7,31 \pm 4,70$	$6,93 \pm 1,22$	0,252
Vitesse Coordination –Shuttle Run (sec)	$14,26 \pm 2,54$	$13,01 \pm 1,57$	$P < 0,001$
Détente verticale – Sargent (cm)	$26,73 \pm 5,77$	$39,56 \pm 8,57$	$P < 0,001$
Force de préhension – Handgrip (Kg)	$27,44 \pm 5,18$	$34,78 \pm 10,24$	$P < 0,001$
Activité Physique - GPAQ ($\text{met}.\text{min}^{-1}.\text{sem}^{-1}$)	2483 ± 3662	5688 ± 6337	$P < 0,001$
VMA ($\text{km}.\text{h}^{-1}$)	$9,5 \pm 4$	$11,5 \pm 3$	$P < 0,001$
FC repos ($\text{batt}.\text{min}^{-1}$)	$85,69 \pm 14,77$	$82,67 \pm 14,28$	$P < 0,001$
FC VMA ($\text{batt}.\text{min}^{-1}$)	$179,09 \pm 24,95$	$183,29 \pm 22,57$	0,002

Conclusion

La condition physique des étudiants reste faible tant au niveau musculaire, cardio-vasculaire que de la coordination et de la force vitesse. Les étudiantes sont davantage menacées par les risques de sédentarité notamment pour les risques de surcharge pondérale, de masse grasse et les circonférences taille - hanche. Les rythmes et contraintes universitaires entraînent chez les étudiants une importante inactivité physique (temps passé assis) et une sédentarité de plus en plus préoccupante pouvant se traduire par des risques accrus pour la santé (cardio-vasculaire, métaboliques, musculaires). L'université pourrait s'engager dans une démarche de communication, d'intervention et de prévention des comportements à risque ; la promotion de l'activité sportive, le développement de stratégies et d'infrastructures de valorisation du mouvement, l'aménagement des rythmes universitaires y tiendraient une place centrale.

Références

- Beck, F., & Richard, J.B. (2013). *Les Comportements de santé des jeunes*. Analyses du Baromètre santé 2010. Saint-Denis : Inpes, coll. Baromètres santé.
- Le Breton, D (2013). *Conduites à risque*, PUF, Paris.
- Hallal, P.C., Andersen, L.B., Bull, F.C., Guthold, R., Haskell, W., & Ekelund, U. (2012). Global Physical activity levels : surveillance progress, pitfalls, and prospects. *The Lancet*, 380, 247-257.
- Ladner, J., Boussouf, N., Luckas, A., Meyrignac, G., Tavolacci, M.P., & Déchelotte, P. (2013). Comportements à risque et addictions chez les étudiants. Une étude à Batna (Algérie), à Miskolc (Hongrie) et à Rouen (France), *Revue d'Épidémiologie et de Santé Publique*, 61(4), S213.

Effets d'un programme communautaire de marche avec bâtons sur les capacités physiques des participants âgés : données préliminaires

Baptiste Fournier^{1,2,5}, Marie-Ève Mathieu¹, Johanne Filiatrault^{2,3,4}, Nathalie Bier^{3,4},
Manon Parisien² et Sophie Laforest^{1,2,5}

¹ Département de kinésiologie, Université de Montréal, Montréal (Qc), Canada

² Centre de recherche et d'expertise en gérontologie sociale (CREGÉS), CSSS Cavendish-Centre affilié universitaire, Montréal (Qc), Canada

³ École de réadaptation, Université de Montréal, Montréal (Qc), Canada

⁴ Centre de recherche de l'Institut universitaire de gériatrie de Montréal (CRIUGM), Montréal (Qc), Canada

⁵ Institut de recherche en santé publique de l'Université de Montréal (IRSPUM), Montréal (Qc), Canada

baptiste.fournier@umontreal.ca

Introduction

Depuis quelques années, un engouement envers la marche avec bâtons (MAB) est observé (International Nordic Walking Association, 2015). Elle apparaît comme une activité procurant de nombreux bénéfices pour la santé (Fritschi et al., 2012) et quelques études ont même appuyé ses bienfaits chez des âgés (Parkatti et al., 2012; Song et al., 2013; Takeshima et al., 2013). Par contre, à notre connaissance, aucune recherche n'a évalué un programme de MAB spécifiquement conçu pour des âgés et offert par des organismes communautaires. C'est dans cet esprit qu'une équipe du CSSS Cavendish-CAU a développé un programme bihebdomadaire de 12 semaines de MAB, bonifié par des exercices complémentaires et des stratégies de promotion d'un mode de vie actif. L'étude pilote présentée vise à explorer les effets du programme de MAB sur différentes capacités physiques des participants âgés.

Méthodes

25 adultes âgés de 60 ans et plus vivant à domicile ont recruté par deux organismes communautaires pour participer au programme. Les participants ont été évalués avant et après celui-ci au moyen de plusieurs tests mesurant différentes dimensions de la condition physique (vitesse de marche, force musculaire des membres supérieurs et inférieurs, souplesse des membres supérieurs et inférieurs, équilibre et endurance cardio-vasculaire). Des tests *t* pour échantillons appariés ont été réalisés pour évaluer l'ampleur des changements observés à la suite du programme. Le seuil de significativité a été fixé à $p < 0,05$.

Résultats

Dix-sept participants se sont présentés au post-test (âge moyen: 69 ans; 80% de femmes). Les scores obtenus au *Arm Curl test* et au *Sit-to-Stand test*, évaluant la force des membres supérieurs et inférieurs, ont augmenté respectivement de 2,4 répétitions (SD = 3,8) et de 1,2 répétition (SD = 2,1) en moyenne au post-test ($p < 0,05$). Au *Chair Sit and Reach test*, mesurant la souplesse des membres supérieurs, une diminution moyenne de 2 centimètres (SD = 2,4) a été documentée au post-test ($p < 0,05$).

Conclusion

Le programme MAB semble avoir contribué à un changement significatif de la force des membres supérieurs et inférieurs et de la souplesse des membres supérieurs des participants. Les données préliminaires de cette étude sont donc prometteuses. Des données complémentaires, provenant d'autres groupes expérimentaux et de groupes de comparaison, seront incluses au fur et à mesure de l'année 2015 afin de confirmer ou d'infirmer ces résultats préliminaires.

Références

- Fritschi, J. O., Brown, W. J., Laukkanen, R., & van Uffelen, J. G. Z. (2012). The effects of pole walking on health in adults: A systematic review. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 22(5), e70-e78.
- International Nordic Walking Association (INWA) (2015) [en ligne]. Consulté le 05 février 2015, <http://inwa-nordicwalking.com>.
- Parkatti, T., Perttunen, J., & Wacker, P. (2012). Improvements in functional capacity from nordic walking: a randomized-controlled trial among elderly people. *Journal of Aging and Physical Activity*, 20(1), 93-105.
- Song, M. S., Yoo, Y. K., Choi, C. H., & Kim, N. C. (2013). Effects of nordic walking on body composition, muscle strength, and lipid profile in elderly women. *Asian Nursing Research*, 7(1), 1-7.
- Takeshima, N., Islam, M. M., Rogers, M. E., Rogers, N. L., Sengoku, N., Koizumi, D., et al. (2013). Effects of nordic walking compared to conventional walking and band-based resistance exercise on fitness in older adults. *Journal of Sports Science and Medicine*, 12(3), 422-430.

Session orale N°5

Psychologie de la performance sportive

(Modérateur : Jérôme Bourbousson)

Trajectories of psychological states of women elite fencers during the final stages of international matches

Julie Doron¹ & Guillaume Martinet²

¹ Laboratory of Sport, Expertise and Performance (EA 7370), Research Department, INSEP

² Center of Research and Innovation on Sport (EA 647), University of Claude Bernard Lyon 1

julie.doron@insep.fr

Introduction

Cognitive appraisals, coping strategies, and affective states have been conceptualized as core psychological processes to explain within-person variations in performance (e.g., Doron & Gaudreau, 2014). Consistent with a process-oriented approach, these processes are intertwined in a dynamic relationship that allows individuals to continuously adjust to ever-changing contextual demands (Lazarus, 1999). Nevertheless, little attention has been devoted to the transactional nature of appraisal, coping and emotional processes during real, high-level competitions. Although some work has been initiated (e.g., Calmeiro & Tenenbaum, 2007; Doron & Gaudreau, 2014; Evans et al., 2014; Gaudreau et al., 2010), further information is needed to provide a deeper understanding of how these processes evolve during specific performance situations.

In line with these previous studies, the present research sought to develop and implement an innovative technique to explore how these psychological processes evolve during a specific sport performance situation. Specifically, this study examined the trajectories of psychological processes (i.e., perceived control, threat appraisal (TA), challenge appraisal (CA), problem-focused coping (PFC), emotion-focused coping (EFC), positive and negative affects (PA, NA)) associated with the final stages of winning and losing international matches. Moreover, this study also explored whether the linear increases or decreases in a specific athlete's psychological state might be accelerated or decelerated at times when the score of the athlete on a second psychological state was higher (or lower) than his or her own average (within-person synergies of the psychological states). Given the stakes associated with the final stages of fencing matches (Doron & Gaudreau, 2014), the focus was placed on the last five points.

Method

A sample of nine women elite saber fencers ($M_{age} = 23.67$ years, $SD_{age} = 3.16$ years) participated in this study. Using video recall method, the data were obtained using multiple assessments of psychological processes, rated on a six-point Likert scale ranging from 0 (not at all) to 5 (very much) immediately after each point using the Dartfish© tagging panel (see Figure 1). Specifically, a single-item definitional approach (e.g., Doron & Gaudreau, 2014) was used to measure the psychological processes. In the definitional approach, the key conceptual features of a construct are summarized into a brief paragraph on which participants are asked to provide a single rating. In total, 25 matches were analyzed (13 won, 12 lost; between 1 and 5 matches for each athlete).

Results

Multilevel growth curve analyses (MGCA) indicated that winning and losing matches were each characterized by distinct psychological processes. Specifically, PC, CA, PFC, EFC, and PA increased linearly and TA decreased linearly for winning matches, whereas NA increased linearly for losing matches. Regarding the within-person synergies of psychological processes, MGCA indicated that: (a) PC and CA were significantly associated with PFC and EFC for losing matches, the strength of these associations remaining consistent across touches; (b) PFC was significantly associated with NA whereas EFC was significantly associated with PA for winning matches, the strength of these associations remaining consistent across touches; and (c) PFC and EFC were significantly associated with NA for losing matches, the linear trajectory of NA accelerating at times when athletes had higher levels of EFC. Results of the MGCA will be presented during the

communication.



Figure 1. Video recall method using the Dartfish© tagging panel.

Conclusion

By investigating the trajectories of psychological states of elite women fencers during international matches, this study makes some novel contributions to the sport psychology literature in addition to having some important applied implications. This study provides insights into transactional processes as they occur in a specific sport performance situation (i.e., match endings) (Lazarus, 1999) and highlights the dynamic nature of these processes associated with winning and losing matches. The implementation of an original methodological and statistical approach also supports the increased interest for researchers in examining the micro-analytical aspects of transactional processes during sport performances (e.g., Calmeiro & Tenenbaum, 2007; Doron & Gaudreau, 2014; Evans et al., 2014; Gaudreau et al., 2010). Practitioners can also use video recall to analyze the psychological processes involved in performance situations (e.g., match endings) in order to develop interventions and enhance performance.

Références

- Calmeiro, L. & Tenenbaum, G. (2007). Fluctuation of cognitive-emotional states during Performance: An idiographic account. *Revista de Psicología del Deporte*, 16, 85-100.
- Doron, J., & Gaudreau, P. (2014). A point by point analysis of performance in a fencing match: psychological processes associated with winning and losing streaks. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 36, 3-13.
- Evans, M. B., Hoar, S. D., Gebotys, R. J., & Marchesin, C. A. (2014). Endurance athletes' coping function use during competitive suffering episodes. *European Journal of Sport Science*, 14, 368-375.
- Gaudreau, P., Nicholls, A., & Levy, A. R. (2010). The ups and downs of coping and sport achievement: An episodic process analysis of within-person associations. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 32, 298-311.
- Lazarus, R. S. (1999). *Stress and emotion: A new synthesis*. London: Free Association Books.

Effets des évaluations cognitives pré-compétitives d'un Ultra-Marathon en Montagne sur les états de Récupération-Stress ressentis jusqu'à 28 jours après la course

Marvin Gaudino¹, Guillaume Y Millet², Guillaume Martinet³ & Michel Nicolas¹

¹Laboratoire Socio-Psychologie et Management du Sport (EA 4180), Université de Dijon

²Faculté de kinésiologie, Université de Calgary (Canada)

³Centre de recherche et d'innovation sur le sport (EA 647), Université Claude-Bernard, Lyon 1
marvin.gaudino@u-bourgogne.fr

Introduction

L'Ultra-Marathon en Montagne (UMM) est une course d'endurance dont la distance, le dénivelé, les conditions climatiques et environnementales soumettent l'athlète à de fortes contraintes physiques, psychologiques, émotionnelles, comportementales et sociales. Ces conséquences se répercutent sur la récupération et le stress des athlètes (Nicolas, Banizette, & Millet, 2011). Selon Kellmann & Kallus (2001), il existe une interrelation symétrique entre le stress et la récupération. Un niveau intermédiaire de stress amène à un niveau optimal de récupération et donc de performance. Cependant, chaque situation est vécue de manière singulière à travers les évaluations cognitives (primaire : demande environnementale ; secondaire : ressources individuelles). Selon le résultat des évaluations cognitives (e.g., Menace, Défi ou Dommage/Perte, Lazarus & Folkman, 1984) des états de Récupération-Stress peuvent être différents. Ainsi, nous supposons que l'évolution des états de Récupération-Stress consécutive à la réalisation d'un UMM dépend de l'évaluation cognitive pré-compétitive. Cependant, aucune étude à ce jour n'a étudié l'impact des évaluations cognitives d'une situation d'UMM sur les états de Récupération-Stress. Cette communication se propose d'investiguer ces relations en faisant l'hypothèse que les individus percevant la situation comme une Menace reporteraient des scores de stress plus élevés et des scores de récupération inférieurs aux athlètes percevant la situation comme un Défi. Nous supposons également que l'évolution des états de Récupération-Stress diffère entre les groupes.

Méthode

Participants: 29 participants sportifs (N = 17 hommes ; N = 12 femmes) âgés de 28 à 63 ans ($M_{\text{âge}} = 43.72$, $ET = 9.31$) ont participé à cette étude. *Conditions Environnementales*: la version UTMB 2012 est raccourcie à 103 km et 6000 m dénivelé positif (D+). *Matériel*: L'échelle Rest-Q 36 Sport (Kellmann & Kallus, 2001) évalue les états de Récupération-Stress, sur une échelle de type Likert allant de 1 (jamais) à 6 (toujours). L'évaluation primaire (Stress Perçu : Perceived Stress Scale, Cohen et al., 1983) et secondaire (Contrôle Perçu : Mastery Scale, Pearlin & Schooler, 1978) sont utilisées pour former 3 groupes (Menace : Haut Contrôle-Haut Stress, N = 11 ; Défi : Haut Contrôle-Bas Stress, N = 9 ; Dommage/Perte : Bas Contrôle-Bas Stress, N = 9) au travers d'analyses en clusters (Wilk's Lambda = .08, $F(4, 50) = 31.27$, $p < .001$, $\eta^2 = .71$). *Procédure*: Pour chaque groupe nous avons évalué les états de Récupération-Stress à 5 temps de mesure (avant, ± 2 heures de l'arrivée et à +3, +14 et +28 jours). *Analyses statistiques*: Une analyse de variance à mesures répétées (ANOVA) avec taille d'effet (η^2) a été réalisée, suivie par des tests post-hoc (HSD-Tukey) aux 5 temps de mesure. Un *t*-test pour échantillons par groupes a été utilisé pour appréhender les comparaisons intergroupes (Menace, Défi et Dommage/Perte).

Résultats

Pour les groupes Menace et Défi, l'état de Stress diminuait après la réalisation de l'UMM. Le groupe Menace présentait des scores de Stress plus élevés avant et après la course que ceux appartenant au groupe Défi. L'intensité du Stress du groupe Menace diminuait significativement jusqu'à 28 jours tandis que celui du groupe Défi diminuait jusqu'à 21 jours. Aussi, le groupe Menace mettait 1 semaine de plus à diminuer le Stress et avait des scores plus importants. La Récupération était plus élevée dans le groupe Défi et Dommage/Perte mais aucune évolution au

cours du temps n'était observée, quel que soit le groupe.

Tableau 1. Evolution des états de Récupération-Stress et comparaisons intergroupes

Variables	Pre-UMM (1)		Post-UMM (2)		+14 JOURS (3)		+21 JOURS (4)		+28 JOURS (5)		ANOVA	η^2
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD		
Stress Menace	2.43 ^(3,4,5,D)	0.15	2.41 ^(3,4,5,D)	0.17	1.94 ^(1,2)	0.15	1.84 ^(1,2)	0.15	1.8 ^(1,2)	0.12	F(4, 36) = 7.70*	0.46
Stress Défi	1.79 ^(3,4,M)	0.17	1.74 ^(3,M)	0.19	1.4 ^(1,2)	0.17	1.46 ⁽¹⁾	0.17	1.56	0.13	F(4, 28) = 5.74*	0.45
Stress Dommage/Perte	2.13	0.17	2.31	0.19	1.97	0.17	1.81	0.17	1.74	0.13	F(4, 28) = 2.57	0.27
Récupération Menace	3.49	0.15	3.32 ^(D)	0.14	3.17 ^(D, DP)	0.22	3.45	0.18	3.65	0.20	F(4, 36) = 1.12	0.11
Récupération Défi	4.02	0.17	4.10 ^(M)	0.16	4.16 ^(M)	0.25	4.18	0.20	3.95	0.22	F(4, 28) = .92	0.12
Récupération Dommage/Perte	3.47	0.17	3.47	0.16	3.92 ^(M)	0.25	3.74	0.20	4.04	0.22	F(4, 28) = 1.88	0.21

Note. Les lettres (M, D, DP) rendent compte d'une différence de moyenne avec le groupe Menace, Défi et/ou Dommage/Perte (DP). Les chiffres entre parenthèses montrent avec quels temps de mesure les moyennes diffèrent significativement ; * évolution des moyennes significative.

Discussion

L'objet de cette recherche est d'investiguer les états de Récupération-Stress consécutifs à un UMM en fonction des évaluations cognitives pré-compétitives. Les individus qui perçoivent l'opportunité de croissance, de maîtrise ou de gain (groupe Défi) sembleraient moins impactés par l'UTMB via une perception moins importante et une stabilité plus rapide du Stress couplée à une Récupération plus importante comparée aux autres groupes. Cet état refléterait l'équilibre de la balance Récupération-Stress consécutif au défi que représente l'UTMB, congruent avec le bien-être (Kellmann & Kallus, 2001). Les individus qui perçoivent l'UTMB comme une source potentielle de perte et dommage (Menace) perçoivent plus intensément et longtemps le Stress avec une Récupération limitée. La balance Récupération-Stress n'étant pas idéale, la possibilité de rétablir un niveau optimal de performance et de s'adapter ultérieurement aux futurs stressseurs est limitée. Enfin, le caractère extrême de l'UTMB se reflète par une perception de stress plus importante au début de l'étude qu'à la fin. Selon le modèle en ciseau (Kallus & Kellmann, 2001), une diminution du stress devrait engendrer la diminution de la récupération. Or, aucune diminution significative de la Récupération n'est trouvée. Cette stabilité pourrait révéler (1) l'équilibre entre les ressources consommées et les stratégies utilisées pour les restaurer, (2) une récupération protégée par la perception salutogène de l'évènement (protégeant et mobilisant les ressources) pouvant augmenter la force psychologique et faire face aux futurs stressseurs.

Conclusion

Cette étude montre une situation objectivement considérée comme extrême (i.e., conditions environnementales, distance, format, dénivelé) dont l'évaluation cognitive pré-compétitive modulerait l'ajustement psychologique ultérieure (i.e., Récupération-Stress). Au vu des résultats, le haut score de contrôle dans les groupes Défi et Menace tend à montrer l'effet bénéfique et protecteur de cette variable sur le stress. En revanche, dans une perspective de recherche future, il serait intéressant de comprendre la stabilité de la Récupération vis-à-vis de cette situation.

Références

- Cohen, S., Kamarck, T., & Mermelstein, R. (1983). A Global Measure of Perceived Stress. *Journal of Health and Social Behavior*, 24(4), 385. <http://doi.org/10.2307/2136404>
- Kellmann, M., & Kallus, K. W. (2001). *Recovery-Stress Questionnaire for Athletes: User Manual* (Vol. 1). Human Kinetics.
- Lazarus, R. S., & Folkman, S. (1984). Coping and adaptation. *The Handbook of Behavioral Medicine*, 282–325.
- Nicolas, M., Banizette, M., & Millet, G. Y. (2011). Stress and recovery states after a 24 h ultra-marathon race: A one-month follow-up study. *Psychology of Sport and Exercise*, 12, 368–74.
- Pearlin, L. I., & Schooler, C. (1978). The structure of coping. *Journal of Health and Social Behavior*, 19(1), 2–21. <http://doi.org/10.2307/2136319>

Comparaison des dynamiques d'activité de traileurs et d'ultra-traileurs « finisseurs » et « renonceurs »

Nadège Rochat^{1,2,3}, Denis Hauw¹, Roberta Antonini Philippe¹ & Ludovic Seifert²

¹ Groupe de recherche de l'Institut des Sciences du Sport de l'Université de Lausanne, Suisse

² Laboratoire CETAPS, Université de Rouen, France

³ Raidlight-Vertical SAS, France

nadege.rochat@unil.ch

Introduction

Les courses de trail et d'ultra-trail constituent un domaine d'investigation original et fructueux pour les sciences du sport. Par exemple, en physiologie de l'exercice, de récents travaux ont apporté des résultats novateurs et contre-intuitifs concernant la gestion de l'effort (e.g., Millet & Millet, 2012). D'autres recherches ont montré que la privation de sommeil combinée avec des efforts intenses au cours d'ultra-trail s'accompagnait d'hallucinations visuelles voire d'amnésies momentanées et d'une baisse des performances cognitives mesurée avec un test de temps de réaction (e.g., Hurdiel et al., 2014). Enfin, des recherches en psychologie du sport ont caractérisé l'expérience des ultra-runners comme impliquant un engagement intense portant sur la préparation de la course, la gestion de la douleur et de la fatigue, la découverte de soi, l'accomplissement personnel et l'appartenance à une communauté (e.g., Simpson, Post, Young & Jensen, 2014). On constate néanmoins que ces recherches restent encore peu nombreuses notamment en psychologie du sport.

En s'inscrivant dans le programme de recherche « cours d'action », cette étude caractérise et compare les activités situées de traileurs en se focalisant sur l'analyse des flux de conscience pré-réflexive qui les animent au fur et à mesure du déroulement des courses (e.g., Hauw & Durand, 2008). On postule que cette fraction pré-réflexive de l'activité est susceptible d'indiquer les variations des états énergétiques ressentis par les traileurs incluant les dimensions de l'expérience vécue (e.g., corporelles, cognitives, émotionnelles) et les caractéristiques des situations rencontrées (e.g., difficultés de la tâche, dimensions sociales, conditions climatiques). En outre, on s'attend à ce que ces variations de l'état énergétique de l'activité présentent des signatures dynamiques spécifiques et différenciées et propres aux courses abandonnées (renonceurs) ou finies (finishers).

Méthode

30 courses de trail de différentes distances ($m = 75,5$ km) ont été analysées (17 courses finies et 13 renoncements). Les données caractérisant l'expérience pré-réflexive en cours d'action ont été collectées par des récits de courses publiés sur les blogs de la communauté Raidlight. Les auteurs de ces récits sont des traileurs amateurs relatant par écrit leurs expériences de courses sur cette plateforme communautaire ; ils explicitent les actions et les éléments qui ont marqué leur expérience durant l'accomplissement de leur performance. On postule que certains récits de courses permettent de récolter une part de leur expérience vécue, à condition de procéder en amont à une sélection de ces contenus selon des critères de forme et de sens afin de s'assurer qu'ils rendent compte de données valides exprimant leur conscience pré-réflexive. Ces données ont été codées en unités d'activités suivant la méthodologie du cours d'action (Theureau, 2006). Puis, les séquences ont été classées en trois types d'activité en relation avec l'énergie : (1) Préservation (AEP) (i.e., structure potentielle « Rester vigilance sur son rythme et la technique », « Ne pas se blesser » et des Representamens tels « sensations de facilité »), (2) Exploitation (AER) (structure potentielle « Chercher à rester devant », « Faire le trou », et des Representamen tels « sentir un regain d'énergie ») et (3) Résistance (AEL) (i.e., structure potentielle « Se battre pour continuer » et Representamens tels « sentiment de ne pas avancer »).

Les cours d'action ont été représentés sur des graphes et une analyse de la distribution de ces catégories a été réalisée.

Résultats

Les résultats ont montré que la fréquence relative d'apparition des unités de Préservation différencie l'organisation des énergies de l'activité au cours des courses avec renoncement et finies (rapport entre nombre total d'unités et typologie d'énergie d'activité). A l'inverse, ils ont montré que cette fréquence relative reste équivalente pour les unités d'Exploitation et de Résistance pour des courses finies ou avec abandon (Tableau 1).

Tableau 1. Fréquence relative d'apparition des unités de préservation, d'exploitation et de résistance

Type de course	Finie		Renoncement	
	Moyenne	Ecart type	Moyenne	Ecart type
AER (Exploitation)	0,22	0,084	0,19	0,068
AEP (Préservation)	0,59	0,084	0,40	0,1
AEL (Résistance)	0,19	0,068	0,41	0,08

Le graphe 1 illustre les résultats de courses finies ou avec renoncement. L'analyse séquentielle des dynamiques d'engendrement de ces énergies d'activité (fenêtre mobile à intervalle d'une unité) a montré qu'un taux de croissance relative de l'énergie de préservation supérieur ou égal à .59 correspondait à une course finie. A l'inverse, un taux de croissance relatif de l'énergie de préservation inférieur à .40 correspondait à un renoncement.

Graphe 1. Exemple d'un cours d'activité d'une course avec renoncement

séquences	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
AER													
AEP													
AEL													

Discussion

Ces résultats suggèrent que « se préserver » constituerait une propension déterminante pour faire aboutir une course. Partir trop vite, ou se laisser griser par la sensation de facilité en accélérant constituent des exemples d'erreurs à ne pas commettre si ces engagements ne sont pas fortement compensés par la recherche de préservation. En outre, ces résultats montrent aussi que ce n'est pas la capacité de faire face aux moments difficiles, ni le regain d'énergie puisé dans les différentes situations qui expliquent comment les traileurs parviennent à finir leur course. Au contraire, c'est la capacité à se préserver en évitant de se mettre en situation de difficulté qui permettrait aux traileurs de construire l'aboutissement de leur course. Si ces résultats permettent de comprendre pourquoi un fort taux d'abandons émerge, ils doivent être confrontés à des situations de course visant à battre un record ou à améliorer une performance personnelle. De plus, le chercheur n'intervenant pas dans le processus de publication des récits de course, l'accès à la conscience pré-réflexive peut être discuté. Cependant, ces contenus renseignent les éléments saillants du cours d'action global du coureur.

Références

- Hauw, D. & Durand (2008). Temporal Dynamics of Acrobatic Activity: An Approach of Elite Athletes Specious Present. *Journal of Sports Sciences & Medicine*, 7 (1), 8-14.
- Hurdiel, R., Pez , T., Daugherty, J., Girardc, J., Poussel, M., Poletti, L., Basset, P. & Theunynck, D. (2014). Combined effects of sleep deprivation and strenuous exercise on cognitive performances during The North Face® Ultra Trail du Mont Blanc® (UTMB®). *Journal of Sports Sciences*, 33 (7), 670-674.
- Lane, A.M. and Wilson. (2011) Emotions and emotional intelligence among ultra-endurance runners. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 14, 358-362.
- Millet, G.P. & Millet, G.Y. (2012). Ultramarathon is an outstanding model for the study of adaptive responses to extreme load and stress. *BMC Medicine*, 10 (77).
- Simpson, D., Post, P.G., Young, G., Jensen, P.R. (2014). "It's Not About Taking the Easy Road": The Experiences of Ultramarathon Runners. *The Sport Psychologist*, 28, 176-185.

L'influence du stress sur la performance au lancer franc en basket-ball

Nicolas Mascret¹, Yannick Roux¹, Rémy Casanova¹, Tanguy Marqueste¹, Guillaume Rao¹, Vincent Bréjard¹, Gilles Montagne Jorge Ibanez-Gijon¹ & François Cury¹

¹ Aix Marseille Université, CNRS, ISM UMR 7287, 13288, Marseille, France
nicolas.mascret@univ-amu.fr

Introduction

La réaction au stress est l'un des facteurs les plus étudiés en psychologie du sport. En effet, le stress peut affecter la performance sportive par une influence directe ou indirecte sur le comportement. Les symptômes émotionnels liés au stress de la compétition ou de la pratique peuvent être considérés comme bénéfiques ou préjudiciables en fonction des sportifs. La libération d'hormones est l'un des marqueurs de la réponse physiologique au stress, notamment celle du cortisol salivaire (Allen *et al.*, 2014). Il est toutefois difficile de manipuler le stress en condition réelle de compétition. Par conséquent, en contexte expérimental, il semble nécessaire d'utiliser une tâche stressante entraînant une augmentation significative du cortisol salivaire similaire à celle d'une réelle compétition. Le « Trier Social Stress Test » (TSST, Kirschbaum *et al.*, 1993) est la méthode la plus utilisée pour créer un stress aigu de manière expérimentale. Dans le domaine sportif, la seule étude qui utilise à ce jour TSST (Lautenbach *et al.*, 2014) met en évidence une relation positive entre l'augmentation de fautes en second service en tennis et le taux de cortisol après induction d'un stress psychosocial par TSST.

En basket-ball, le lancer franc est également impacté par le stress. La pression ressentie dans le match entraîne une fréquence plus élevée de lancers francs trop éloignés du centre du cercle (Whitehead *et al.*, 1996), qui devrait résulter de modifications du geste de lancer, mais qui ne sont pas identifiées précisément. L'objectif de cette étude est donc double. D'une part, il s'agit d'évaluer l'impact du stress psychosocial induit par TSST sur la performance globale (i.e., nombre de paniers réussis) lors de la réalisation d'une habileté perceptivo-motrice spécifique : le lancer franc en basket-ball. D'autre part, dans une perspective interdisciplinaire, il s'agit également d'étudier de quelle manière le stress psychosocial affecte les paramètres biomécaniques du mouvement.

Méthode

Dix-neuf hommes âgés de 18 à 25 ans (moyenne $20.63 \pm 1,89$ ans) ont participé à cette étude. Les sujets sont sportifs, mais ne sont ni basketteurs, ni sportifs de haut-niveau. Onze critères d'inclusion ont été utilisés dans cette étude, comme par exemple ne présenter ni stress chronique, ni symptômes de détresse psychologique. Le protocole expérimental comporte deux conditions : une condition TSST et une condition placebo-TSST non stressante. Face à un panel de deux expérimentateurs inconnus du sujet, une caméra et un micro, le TSST consiste en une tâche de discours public de cinq minutes, suivie d'une tâche de calcul mental. Dans la condition placebo-TSST, le sujet effectue deux tâches de cinq minutes non stressantes. Chaque sujet passe dans les deux conditions contrebalancées espacées d'un intervalle de deux semaines.

La performance aux lancers francs est mesurée deux fois : une première fois lors d'une série de 40 lancers francs qui précède TSST ou placebo-TSST, et une seconde fois lors d'une nouvelle série de 40 lancers francs post-TSST ou placebo-TSST. Afin d'identifier le niveau de stress des sujets, le cortisol salivaire est mesuré à cinq reprises : lors de l'accueil du sujet, une minute avant TSST ou placebo-TSST, une minute après, au bout de 20 lancers francs de la seconde série et à la fin de la seconde série de lancers francs. Une vérification de la manipulation est effectuée par questionnaire *via* la version française du State and Trait Anxiety Inventory (STAI). La réalisation du geste est analysée *via* six accéléromètres mesurant les accélérations linéaires de différents segments corporels et *via* une plateforme de force afin d'évaluer les déplacements du centre de pression du sujet durant l'exécution du lancer franc.

Résultats

Deux ANOVA à mesures répétées (condition [TSST vs Placebo-TSST] X temps de mesure) et les tests de Newman-Keuls associés ont pu montrer d'une part que le taux de cortisol a augmenté de façon significative seulement dans la condition TSST (et pas en Placebo-TSST), et d'autre part que les participants déclarent un état d'anxiété beaucoup plus élevé après TSST qu'après placebo-TSST. L'état de stress consécutif à TSST est donc attesté. La deuxième séquence de lancers francs pourra donc s'effectuer en condition stressante lorsque le sujet a passé TSST et en condition non stressante lorsque le sujet a passé placebo-TSST.

Concernant la performance aux lancers francs, une ANOVA à mesures répétées menée sur le nombre de paniers réussis révèle un effet d'interaction entre la condition et le temps de mesure. Les tests de Newman-Keuls ont permis d'identifier une diminution significative de la performance en condition Placebo-TSST et aucune variation significative en condition TSST.

Les résultats tirés des accéléromètres et de la plateforme de force mettent en évidence que malgré le fait que les mesures soient valides après alignement des essais, la grande variabilité dans l'exécution du mouvement identifiée chez les participants qui étaient débutants en basket-ball ne permet pas d'isoler la contrainte liée au stress.

Discussion

Les résultats de l'étude peuvent paraître surprenants, puisque la condition non stressante a entraîné une baisse de la performance aux lancers francs, alors que la condition stressante a entraîné un maintien de celle-ci. En appui sur la Processing Efficiency Theory (PET, Eysenck, 1996) qui étudie les processus qui conduisent les individus à fournir un effort compensatoire pour maintenir un bon niveau de performance malgré un stress élevé, le stress peut augmenter l'attention et la concentration accordées à la tâche, ce qui expliquerait le maintien de la performance en condition stressante. Les résultats sont également discutés en lien avec ceux de Lautenbach et al. (2014) dont l'étude présente des limites reconnues par les auteurs eux-mêmes (absence d'un groupe contrôle et seule la moitié du protocole TSST est utilisée). Enfin, des directions pour de futures études sont envisagées, notamment avec une population de basketteurs de haut-niveau qui ont automatisé et stabilisé le geste de lancer franc.

Références

- Allen, A. P., Kennedy, P. J., Cryan, J. F., Dinan, T. G., & Clarke, G. (2014). Biological and psychological markers of stress in humans: Focus on the Trier Social Stress Test. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 38, 94-124.
- Eysenck, M. W. (1996). Anxiety, processing efficiency theory and performance. In W. Battman & S. Dutke (Eds.), *Processes of the molar regulation of behaviour*. Lengerich: Pabst Science.
- Kirschbaum, C., Pirke, K.M., Hellhammer, D.H. (1993). The 'Trier Social Stress Test' - a tool for investigating psychobiological stress responses in a laboratory setting. *Neuropsychobiology*, 28, 76-81.
- Lautenbach, F., Laborde, S., Achtzehn, S., & Raab, M. (2014). Preliminary evidence of salivary cortisol predicting performance in a controlled setting. *Psychoneuroendocrinology*, 42, 218-224.
- Whitehead, R., Butz, J. W., Kozar, B., & Vaughn, R. E. (1996). Stress and performance: An application of Gray's three - factor arousal theory to basketball free-throw shooting. *Journal of Sports Sciences*, 14(5), 393-401.
- Note : Ce travail a bénéficié d'une aide du gouvernement français, gérée par l'Agence Nationale de la Recherche au titre du projet Investissements d'Avenir A*MIDEX portant la référence n°ANR-11-IDEX-0001-02.

Session orale N°6

Motivation en contexte scolaire et de formation

(Modérateur : David Trouilloud)

Identifier les prédicteurs psychologiques du temps d'enseignement et du climat motivationnel de l'EPS à l'école primaire

Géraldine Escriva-Boulley¹, Damien Tessier¹ & Philippe Sarrazin¹

¹Laboratoire « Sport et ENvironnement Social » (SENS), EA 3742, UFRAPS, Université J. Fourier, Grenoble.
geraldine_boulley@yahoo.fr

Introduction

En favorisant l'engagement dans un large panel d'activités physiques (AP) dès les premières années de scolarisation, l'éducation physique et sportive (EPS) participe au développement de compétences qui sous-tendent l'adoption d'un mode de vie physiquement actif et le bien-être des élèves. Cependant, nombre d'élèves d'école primaire ne bénéficient pas d'un enseignement de l'EPS propice au développement de ces qualités. Malgré les prescriptions des programmes scolaires, moins de 10% des professeurs des écoles (PE) proposent trois heures d'EPS hebdomadaires (Burgeson et al., 2003). En outre, la qualité de l'enseignement de l'EPS semble également pâtir d'un climat menaçant les besoins psychologiques des élèves (i.e., peu structuré et directif; Haerens et al., 2013). Selon la théorie de l'autodétermination (TAD ; Deci & Ryan, 2002), l'engagement des élèves est d'autant plus important et durable que le climat motivationnel créé par les enseignants satisfait leurs besoins psychologiques de compétence, de proximité sociale et d'autonomie. Selon Reeve (2009), plusieurs facteurs sont responsables des comportements d'enseignement adoptés, en particulier les pressions ressenties, le degré d'autodétermination de la motivation et le sentiment d'auto-efficacité. L'objectif de cette étude était de faire la lumière sur la relation entre ces facteurs psychologiques d'une part, et (1) le temps d'enseignement de l'EPS et (2) le climat favorisant la satisfaction *vs.* la menace des besoins des élèves, d'autre part. Il s'agissait dans un premier temps d'identifier les facteurs psychologiques les plus prédictifs de la quantité et la qualité des cours d'EPS et, dans un second temps, d'identifier différents profils de PE sur la base des variables psychologiques mesurées, et de mettre en relation ces profils avec le temps d'enseignement et le climat motivationnel, afin de repérer les caractéristiques psychologiques des PE « à risque » (i.e., qui enseignent le moins l'EPS et/ou qui mettent en œuvre un climat menaçant les besoins).

Méthodologie

Cent-quatre-vingt-dix PE (79% de femmes, $M_{\text{âge}} = 42$ ans, $M_{\text{expérience}} = 17$ ans) ont accepté de répondre à un questionnaire portant sur l'enseignement de l'EPS. Le questionnaire a été diffusé par courriel et voie postale en début d'année civile et permettait de mesurer deux variables dépendantes (VD) : le temps d'enseignement hebdomadaire alloué à l'EPS et les perceptions des enseignants quant au climat motivationnel qu'ils instaurent en EPS. Huit prédicteurs psychologiques ont également été mesurés : la motivation autonome (MA) *vs.* contrainte (MC), le sentiment d'auto-efficacité (SAE), et cinq types de pressions liées (1) à la croyance selon laquelle le PE doit faire preuve d'autorité dans sa classe (i.e., pression de la norme culturelle, NC), (2) à la croyance selon laquelle le niveau des élèves en EPS est relativement figé (i.e., pression de la théorie implicite, TI), (3) à la croyance selon laquelle plus les récompenses promises sont importantes plus la motivation des élèves sera élevée (i.e., principe du maximal-opérant, PMO), (4) au sentiment de manquer de temps pour faire progresser les élèves (i.e., pression du temps contraint, PT) ou (5) au sentiment que les élèves sont peu investis dans leurs apprentissages (i.e., pression des élèves, PDE).

Résultats

L'ensemble des dimensions mesurées montre une bonne consistance interne ($\alpha > .77$). Dans une première étape, les prédicteurs psychologiques les plus corrélés aux VD ont été identifiés. Dans une seconde étape, les VD ont été régressées sur les prédicteurs les plus fortement reliés à ces dernières. Les analyses de régressions multiples hiérarchiques pas à pas sont significatives ($ps < .001$). La durée hebdomadaire d'enseignement de l'EPS est prédite positivement par la MA et négativement par la pression NC ($ps < .020$). L'adoption du climat motivationnel nourrissant les besoins est positivement prédite par la MA et le SAE ($ps < .001$), et négativement par la pression NC ($p = .007$). L'adoption du climat motivationnel menaçant les besoins est positivement prédite par les pressions PMO et TI ($ps = .007$). Enfin, dans une 3^{ème} étape, deux analyses de cluster distinctes ont été réalisées à partir de ces prédicteurs en différenciant d'une part les antécédents motivationnels (i.e., MA, MC et SAE) et d'autre part les 5 pressions perçues. Trois profils d'enseignants ont été identifiés dans chaque analyse. Ces profils se distinguent sur le temps d'enseignement de l'EPS, et le climat affectant les besoins psychologiques ($ps < .033$). Concernant les variables motivationnelles, le profil « SAE+/ MA+/ MC- » se distingue des profils « SAE-/ MA_{moyen}/ MC+ » et « SAE-/ MA-/ MC_{moyen} » par un plus grand temps d'enseignement de l'EPS et davantage de comportement soutenant les besoins. Aucune différence n'est ressortie concernant les comportements menaçant les besoins des élèves. Concernant les variables de pression, le profil « NC-/ TI-/ PMO-/ PT-/ PDE- » se distingue du profil « NC+/ TI+/ PMO+/ PT+/ PDE+ » par un temps d'enseignement de l'EPS plus faible, davantage de comportements menaçant les besoins et moins de comportements soutenant les besoins. Le 3^e profil « NC+/ TI-/ PMO_{moyen}/ PT-/ PDE_{moyen} » se situe entre les deux autres au niveau des trois VD.

Conclusion

La MA et la MC, le SAE et les pressions NC, TI et PMO, ont été identifiés comme des prédicteurs du temps alloué aux cours d'EPS et du climat motivationnel mis en œuvre dans ces cours. Les PE « à risque », (i.e., qui enseignent le moins l'EPS et/ou qui mettent en œuvre un climat menaçant les besoins) rapportent un faible SAE, une faible MA, une forte MC et des scores élevés de pressions ressenties.

Ces résultats ouvrent des perspectives sur les variables à cibler en priorité dans le cadre des formations initiales ou continues des PE. Ces formations devraient 1) s'attacher à réduire les pressions ressenties et la MC chez ces enseignants « à risque » et 2) favoriser le développement ou le maintien de la MA et du SAE pour l'ensemble des PE.

Références

- Burgeson, C., Wechsler, H., Brener, N., Young, J., and Spain, C. (2003). Physical education and activity: results from the School Health Policies and Programs Study 2000. *The Journal of Physical Education, Recreation & Dance*, 74, 20–36.
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2002). *Handbook of Self-Determination Research*. Rochester, New York: University of Rochester press.
- Haerens, L., Aelterman, N., Van den Berghe, L., De Meyer, J., Soenens, B., & Vansteenkiste, M. (2013). Observing physical education teachers' need-supportive interactions in classroom settings. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 35, 3–17.
- Reeve, J. (2009). Why teachers adopt a controlling motivating style toward students and how they can become more autonomy supportive. *Educational Psychologist*, 44(3), 159-175.

Effets de l'alternance des formes de groupement sur la perception de compétence en EPS

Vanessa Lentillon-Kaestner¹ & Gianpaolo Patelli¹

¹ Unité d'Enseignement et de Recherche en Education Physique et Sportive (UER-EPS), Haute Ecole Pédagogique du Canton de Vaud (HEP-VD)

vanessa.lentillon-kaestner@hepl.ch

Introduction

La compétence perçue est la pierre angulaire de la motivation intrinsèque des élèves et est reliée positivement à l'engagement et la réussite des élèves en EPS (Deci & Ryan, 2000). Si celle-ci dépend des expériences de maîtrise, elle est grandement façonnée par le cadre de référence externe, à savoir les informations sur la réussite des autres personnes avec lesquelles nous évoluons (e.g., Lee, 1995 ; Xiang, 2001). Il semble dès lors crucial de s'intéresser à l'impact des formes de groupement, et en particulier de la composition du groupe, sur la compétence perçue. Les études antérieures sur les groupes de niveaux ont mis en exergue les avantages et les limites de ces formes de groupement (Kulik & Kulik, 1982). Certaines études se sont intéressées plus particulièrement aux effets des groupes de niveaux sur la compétence perçue en milieu scolaire. Plusieurs études de Marsh et collaborateurs ont montré que le fait d'intégrer une classe ou une école d'élites pouvait affaiblir le concept de soi académique des élèves par un effet de contraste, un phénomène dénommé « *Big Fish Little Pond Effect* ». Peu d'études ont montré l'effet opposé, appelé « l'effet d'assimilation », à savoir un renforcement de la compétence perçue liée à l'identification à un groupe meilleur que soi. En EPS, l'étude de Chanal et Sarrazin (2007) a mis en exergue un effet d'assimilation si la comparaison est explicite (groupe d'élèves sélectionné) et l'effet opposé si la comparaison est implicite (groupe classe). De nombreuses études soulignent l'importance de dépasser le dilemme hétérogénéité vs. homogénéité mais aucune étude ne s'est à ce jour intéressée aux effets d'un dispositif de groupements alternés (groupes de niveaux homogènes et hétérogènes). Cette étude a été réalisée dans un établissement de secondaire 1 dans le canton de Vaud (Suisse) où les enseignants ont introduit depuis quelques années des groupes de niveaux homogènes en EPS sur une des trois périodes hebdomadaires. Les deux périodes restantes les élèves pratiquent l'EPS en groupes classes (i.e., niveaux hétérogènes). L'objectif de cette étude est d'appréhender les effets des groupements alternés en EPS sur la compétence perçue des élèves dans deux activités différentes : endurance et basket-ball.

Méthode

Echantillon : Au total, 198 élèves d'un établissement secondaire 1 du canton de Vaud en Suisse ont participé à cette étude ($M = 13.17$, $ET = 0.81$) : 93 élèves de 9^e Harnos (13-14 ans) et 105 élèves de 8^e Harnos (12-13 ans). Les élèves étaient répartis pour 99 d'entre eux en groupes alternés (2 périodes en groupes classes, 1 période en groupes de niveaux homogènes) et 99 en groupes classes (i.e., niveaux hétérogènes) durant les trois périodes hebdomadaires d'EPS.

Outils : La compétence perçue a été mesurée par questionnaire grâce à trois items utilisés dans des études antérieures (e.g., Chalabaev & Sarrazin, 2009). La validité interne de cette échelle est satisfaisante dans cette étude : $\alpha = .79$ à $.84$.

Procédure : Le questionnaire a été complété en début et fin de cycle. Le niveau initial des élèves dans l'activité (i.e., en difficulté, moyen et fort) a été évalué grâce à un parcours technique et un coefficient d'efficacité en jeu calculé à partir d'une observation en situation de jeu en basket-ball (7 min, 5 contre 5) en début de cycle. Les critères d'observation et points attribués à chaque action ont été déterminés en collaboration avec les enseignants d'éducation physique de l'établissement : dribbles réussies (+1), passes réussies (+1), paniers (+2), tirs centrés (sans panier) (+1), tirs non centrés (0), ballons perdues (-2). A la fin du jeu observé, un coefficient d'efficacité en jeu pour chaque élève a été calculé: (nombre de points + possession) / 2. En endurance, le test Cooper de 12 min a été utilisé.

Analyse : Des tests de Student et des Anovas à mesures répétées (2×2×3) (Groupement×Temps×Niveau initial) suivies de tests post-hoc de Tukey ont été réalisés.

Résultats

Le niveau initial des élèves dans les groupes de niveaux alternés et dans les groupes classes sont comparables en basket-ball, $t(85) = 0.62$, $p = .53$ et en endurance, $t(100) = -0.49$, $p = .63$. En ce qui concerne les Anovas à mesures répétées et plus particulièrement les effets inter-sujets, un effet principal du niveau initial des élèves dans l'activité sur la compétence perçue a été observé en endurance, $F(2, 99) = 6.64$, $p = .002$, $\eta_p^2 = .118$ et en basket-ball, $F(2, 87) = 6.41$, $p = .003$, $\eta_p^2 = .128$: les élèves forts se perçoivent significativement plus compétents que les élèves moyens ou en difficulté. Aussi, un effet des formes de groupement a été observé uniquement en basket-ball, $F(1, 87) = 4.037$, $p = .048$, $\eta_p^2 = .04$, mais pas en endurance, $F(1, 99) = 0.140$, $p = .71$, $\eta_p^2 = .001$: en basket-ball, les élèves des groupes de niveaux alternés se sentent globalement plus compétents que les élèves des groupes classes. Par contre, aucun effet d'interaction entre les formes de groupement et le niveau initial des élèves n'a été observé en endurance, $F(2, 99) = 0.548$, $p = .58$, $\eta_p^2 = .011$ et en basket-ball, $F(2, 87) = 0.555$, $p = .58$, $\eta_p^2 = .013$. Concernant les effets intra-sujets, un effet principal du temps a été observé en basket-ball mais pas en endurance, $F(1, 99) = 2.18$, $p = .14$, $\eta_p^2 = .022$: la compétence perçue des élèves évolue significativement et positivement durant le cycle de basketball seulement, $F(1, 96) = 21.990$, $p = .000$, $\eta_p^2 = .202$. Par contre, les effets d'interaction entre le temps, les formes de groupement et le niveau initial des élèves ne sont pas significatifs dans les deux activités.

Conclusion

Cette étude met en évidence que les élèves peuvent améliorer leur compétence perçue lors d'un cycle d'enseignement en EPS en groupes classes comme en groupes alternés. Ce résultat significatif seulement pour le cycle de basket-ball et non pour le cycle d'endurance peut s'expliquer par deux éléments : le type d'activité (sport collectif vs. sport endurant) et la longueur du cycle (6 vs. 11 semaines). Aussi, au regard des travaux antérieurs, il semble important de noter qu'aucun effet d'interaction n'est à relever entre le niveau initial des élèves dans l'activité et les formes de groupement sur la compétence perçue. En somme, l'alternance des formes de groupement ne favorise aucune catégorie d'élèves (forts, moyens ou faibles dans l'activité). L'alternance des formes de groupement n'ayant pas d'effet (ni positif, ni négatif) sur la compétence perçue des élèves est un mode de fonctionnement que les enseignants peuvent utiliser en EPS, notamment pour varier leur enseignement. Dans des études ultérieures, il serait intéressant de répliquer cette étude dans d'autres contextes et d'autres activités et de mesurer les effets des groupes de niveaux alternés sur l'apprentissage en EPS ou d'autres variables associées.

Références

- Chalabaev, A., & Sarrazin, P. G. (2009). Relation entre les stéréotypes sexués associés aux pratiques sportives et la motivation autodéterminée des élèves en éducation physique et sportive. *Science et Motricité*, 66, 61-70.
- Chanal, J. P., & Sarrazin, P. G. (2007). Big-Fish-Little-Pond Effect versus positive effect of upward comparisons in the classroom: how does one reconcile contradictory results? *Revue Internationale de Psychologie Sociale*, 20(1), 69-86.
- Kulik, J. A., & Kulik, C.-L. C. (1982). Effects of ability grouping on secondary school students: a meta-analysis of evaluation findings. *American Educational Research Journal*, 19, 415-428.
- Lee, A. M., Carter, J. A., & Xiang, P. (1995). Children's conceptions of ability in Physical Education. *Journal of Teaching in Physical Education*, 14, 384-393.
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *The American Psychologist*, 55, 68-78.

La motivation des étudiants STAPS première année

Brigitte Mainguet

Chargé d'enseignement et de recherche, docteur en psychologie, Université Lille 2

Brigitte.mainguet@univ-lille2.fr

Introduction

Le faible taux de réussite alarmant chez les étudiants de première année, leurs incapacités à gérer leur nouvelle autonomie et le désarroi constaté sont des enjeux de santé majeurs. Forcé de constater aussi que le plan Licence réussite initié par V. Péresse en 2007 (semaine de révision intensive, aide à la réussite, etc.) visant à diviser par deux le taux d'échec en première année n'est pas suffisamment efficace. Les étudiants à la FSSEP de l'Université Lille 2 éprouvent des difficultés à réussir leur semestre (20,9% de réussite en 2014-2015), avec un taux d'absentéisme très élevé (44,8% d'absents). Les étudiants ne viennent en cours que s'il s'agit d'un TD obligatoire et la présence en cours magistral en première année est déplorable, environ 150 étudiants sur 550 inscrits. Les facteurs liés à l'échec dans l'enseignement supérieur sont liés souvent l'origine socio-économique, la méthode de travail ou le niveau antérieur de compétence (Galand, et al., 2005) Bittar (1996) met aussi en évidence que le manque d'engagement universitaire dans un projet est une cause probable d'abandon. Un élément important peut aussi interférer dans la réussite universitaire, la procrastination académique (il s'agit d'un comportement consistant à reporter inutilement des activités). Osiurak (2015) rappelle que la procrastination académique est corrélée négativement à la réussite des examens. Ce comportement provient de la peur de l'échec expliquant 50% de la variance, de l'aversion vis à vis de la tâche (18% de la variance), assimilée à un manque de motivation (Solomon et Rothblum, 1984). Ainsi, l'objectif de l'étude vise à analyser les profils motivationnels et à comprendre leurs stratégies d'apprentissage pour favoriser ensuite, la réussite en première année, avec de moyens plus adaptés. Nous nous sommes centrés sur la théorie de l'autodétermination de Deci et Ryan (1985) définissant la motivation comme un engagement et distinguant la motivation intrinsèque (plaisir, autonomie) et la motivation extrinsèque (contrôlée, liée aux pressions extérieures). Car, pour réussir, il est nécessaire de s'engager académiquement et volontairement dans des activités d'apprentissage et de mettre en jeu des compétences (Nicholls, 1984). Et nous avons opté pour l'échelle d'Elliot et Mc Gregor (2002) mesurant les stratégies d'étude et la motivation intrinsèque, car elles sont en partie liées aux buts de maîtrise (permettant de persévérer malgré les échecs (Elliot et al, 1988) et à la motivation intrinsèque (Harackiewicz et al, 1993) et nous avons choisi la distinction faite par Entwistle (1987) entre stratégies profonde, de surface et la désorganisation. Enfin, de nombreuses études montrent qu'il existe une différence entre les filles et les garçons. Chez le garçon, les scores d'automotivation et MERE sont plus élevés et chez la fille, les filles ont des profils plus autodéterminés (Sobral, 2004). Même si notre échantillon n'est pas homogène, nous essaierons de discuter du profil filles, garçons, en terme de tendances Nous restons prudents sur l'analyse des scores motivationnels qui peuvent varier puisque Mignon (2012) a aussi mesuré les motivations avec l'EME à cinq reprises sur une année et a constaté une très grande variabilité.

Les sujets : 383 étudiants ont passé l'ÉMÉS-28, soit 80 filles et 303 garçons. Seulement, 316 étudiants sont venus passer le contrôle de connaissances sous forme d'évaluation QCM.

Le déroulement : Les étudiants ont d'abord passé le contrôle de connaissances (QCM) en psychologie et en physiologie. Chaque épreuve a duré 30 minutes avec 45 questions à choix multiples. Ils ont rempli le questionnaire psychologique, une semaine après sans connaître les résultats des contrôles de connaissances. La passation a duré environ 15 minutes.

Les outils : 1) Échelle de motivation dans les études universitaires (ÉMÉ-U 28 de Vallerand, et al., (1989)): mesurer les différentes formes de motivations intrinsèques (connaissances MIC, stimulation MIS, accomplissement MIAC), extrinsèques (régulation externe MERE, régulation identifiée MEID, régulation introjectée MEIN), et l'automotivation. 28 questions codées de 0 (ne correspond pas du tout) à 7 (me correspond très fortement).

2) Afin de mesurer les différentes stratégies d'étude, les items d'Elliot et McGregor (2001) ont été traduits. Les stratégies cognitives pour étudier ont été définies par Entwistle (1983) : les stratégies d'étude dites profondes sont liées au processus d'élaboration ; les stratégies d'étude de surface sont liées à la répétition et à la mémorisation (apprendre par coeur et sélectionner l'information à retenir) ; la forme désorganisation correspondant à l'aversion de l'approche dite méthodologique. La cotation est la même que pour l'échelle de motivation.

Résultats

Les tests statistiques ont été réalisés avec le logiciel SPHINX, statistica et excel, avec ($p < .05$) : pour les comparaisons, le t de student (Mann-Whitney pour deux échantillons et Kruskal & Wallis pour plusieurs échantillons pour échantillons appariés et indépendants), corrélation de Bravais-Pearson. L'alpha de Cronbach au test motivationnel est .76, montrant une certaine consistance interne.

De manière générale, peu d'étudiants ont des scores d'amotivation élevés (la moyenne est de 5,58 ($\pm 2,28$) sur 28 et 300 étudiants/383 ont un score inférieur à 6/28. Les scores pour la motivation extrinsèque (ME) sont relativement élevés (54,04/77) et le score total MI est de 41,07/63. Les scores MERE (motivation extrinsèque régulation externe) sont à 18,86 ($\pm 5,17$)/28. Pour la MEID (motivation extrinsèque identifiée), la moyenne est à 22,36 ($\pm 3,72$)/28 avec 363 étudiants à plus de 16/28. La moyenne MIAC (motivation intrinsèque d'accomplissement) est de 17,67 ($\pm 4,77$)/28 avec 273 étudiants à plus de 16/28. Quelques résultats sont significatifs entre les filles et les garçons sur certaines questions ($p < .05$), 3 questions sur 4 pour la MERE les garçons présentant des moyennes plus importantes, par exemple pour la question « pour avoir un meilleur salaire plus tard, les garçons sont à 4,81 vs les filles 4,28/7 et pour la MIAS « rechercher l'excellence dans mes études », les filles présentent un score de 4,47 vs 4,12 pour les garçons. L'ensemble de ces résultats confirme en partie les données retrouvées dans la littérature. Les filles ont tendance à être plus autodéterminées. Les scores des stratégies de surface ($25,84 \pm 4,78$) sont plus élevés que les scores des stratégies profondes ($17,06 \pm 4,17$) avec ($p < .05$). Pour les stratégies d'étude profonde, 27,5% des filles essaient de « comprendre tous les thèmes » vs 21,5% chez les garçons, confirmant les études d'Elliot et al., (1999) et de Hidi, (2001) avec la MI et stratégie d'étude profonde. Un élément intéressant ressort, 40% des étudiants ne remettent pas en cause la validité des contenus des enseignants. Concernant les stratégies de surface, 75 % des filles et 57,4% des garçons essaient de tout retenir, 63% des étudiants relisent leurs prises de note pour réviser, 48,69% essaient de mémoriser ce qui peut tomber le jour de l'examen. Les résultats académiques ne suivent pas et 54% des étudiants estiment pourtant savoir s'y prendre pour réviser (item désorganisation). Des corrélations existent entre stratégies de surface et la MEID (0,0031), entre désorganisation et MEID (0,035). Les étudiants semblent plus motivés extrinsèquement, c'est à dire s'engager dans une activité en évitant surtout les conséquences désagréables (MEID importante) et/ou solliciter les conséquences agréables (MERE relativement importante). Ces différents éléments nous amènent à réfléchir à leur stratégie d'apprentissage et leur capacité à s'auto-réguler.

Références

- E.L. et Ryan, R.M. (1985). *Intrinsic motivation and self-determination in human behavior*. New York : Plenum Press.
- Elliot A. J., McGregor H. A. (2001) A 2*2 Achievement goal framework, *J Pers So Psy*, 80, 501-19.
- Entwistle N., (1983). *Styles of Learning and Teaching : An Integrated Outline* 128 Céline Darnon et Fabrizio Butera of Educational Psychology for Students, Teachers, and Lecturers, Chichester, John Wiley & Sons.
- Harackiewicz J. M., Elliot A. J. (1993). Achievement goals and intrinsic motivation. *Journal of Personality and Social Psychology*, 65, 904-915.
- Hidi S. — (2001) Interest, reading, and learning : Theoretical and practical considerations, *Educational Psychology Review*, 13 (3), 191-209. *J Social Psychology*, 135, 607-19
- Vallerand, R., Blais, M., Brière, N., & Pelletier, L. (1989). Construction et validation de l'Echelle de Motivation en Education (EME). *Revue Canadienne des Sc du Comportement*, 21, 323-49.

Session orale N°7

Etudiants, formations, qualifications

(Modérateur : Bruno Papin)

La santé des étudiants en soins infirmiers : relation entre la pratique physique et les déterminants sociaux de la santé.

Philippe Masson¹, Alessandro Porovecchio², Isabelle Caby³, Thierry Pezé², Denis Theunynck²,

¹ Université de Lille II, FSSEP ; URePSSS-EA 4110

² Université du Littoral Côte d'Opale, Lille, URePSSS-EA 4110/EA448

³ Université d'Artois, France ; URePSSS-EA4488

philippe.masson@univ-lille2.fr

Introduction

L'étude présentée est partie intégrante des l'observatoire de la santé des étudiants appelé «Universanté CEMHaVi» qui est une évaluation globale et individuelle de la santé des étudiants.

Neuf déterminants de santé sont évalués au travers de questionnaires et de mesures directes :

- L'activité physique est mesurée avec le questionnaire GPAQ (Global Physical Activity Questionnaire) et recueille des informations sur la pratique physique du sujet pendant les situations de travail et de loisirs.
- Les habitudes alimentaires sont décelées par l'utilisation d'une partie du questionnaire de l'étude Helena qui est complété par le questionnaire Scoff-f (Duarte-Garcia et al., 2009).
- La notion de *Bien être* est déterminée par le questionnaire (GHQ-12) (General Health Questionnaire), traduit en français (Salama-Younes et al., 2009). Il permet de quantifier le degré de souffrance psychologique subjective et de définir, à partir de notes-seuil, des "cas" pathologiques ou non.
- Les habitudes de *Sommeil* sont déterminées par le Pittsburg Sleep Quality Index (PSQI) traduit en français (Blais et al., 1997). Les réponses indiquent ce qui correspond aux expériences vécues pendant la majorité des jours et des nuits au cours du dernier mois.
- Le questionnaire *Vie sociale* évalue la qualité de vie subjective du répondant en 32 items.
- Le questionnaire *Multimedia* évalue la fréquence et l'attachement à l'utilisation des écrans (télévision, jeux vidéo et Internet) et des nouvelles technologies (tablette et smartphone). Cette évaluation s'effectue par le biais de 54 items.
- Le questionnaire *Sociologie* reprend la classification des catégories socio professionnelles de l'INSEE de chacun des parents ainsi que le statut financier et d'activité professionnelle du répondant. Ce questionnaire est constitué de 11 items.

L'état de santé physique est évalué par des tests statiques et des épreuves fonctionnelles. Les caractéristiques anthropométriques des participants sont évaluées (poids, taille, masse grasse, tension artérielle), biologiques (cholestérol, triglycérides, glycémie.) ainsi que des tests physiques généraux (endurance par test de Léger Boucher, force segmentaire par Hand Grip, Shuttle run test, saut explosif sans élan).

Un système de score observable dans chacun des grands champs évalués par un schéma de type « radar ») permet :

- de détecter les risques les plus fréquemment retrouvés dans la population ;
- d'avoir une approche individuelle des conduites à risque de chaque sujet ;
- d'élaborer avec lui le protocole de prise en charge le plus approprié.

La collecte de données est organisée pour chaque centre au début du premier semestre sur une journée banalisée avec l'appui d'étudiants en Master Santé et d'étudiants en soins infirmiers de troisième année.

Résultats

Trois types d'étudiants composent les promotions d'étudiants infirmiers qui sont essentiellement féminines (sex-ratio, SR=0,28) : Une grande majorité (41,3%) ont moins de 20 ans et sont issues des établissements secondaires directement ou après une année de préparation ; un second groupe (38 %) a déjà participé à un autre cursus universitaire ; enfin le dernier groupe (20,2%) qui a plus de 24 ans est en reprise d'étude et possède le plus souvent un diplôme.

Les étudiants sont d'origines sociales variées, on constate toutefois une forte proportion d'enfants d'ouvriers (26,8%) et d'employés (24,9%) ; Une différence notable avec les étudiants des autres filières de l'université est observée (sources INSEE 2013) qui est respectivement de (10,7%) et de (12,5%).

On constate une proportion importante d'étudiants (42,1%) qui bénéficie d'une aide financière pour cette formation. De manière statistiquement significative, et qu'ils soient boursier ou non, les hommes (21,2%) ont plus souvent un job étudiant que leur homologue féminine (9,1%). La majorité (59,5%) de ces étudiants vivent dans leur famille. Un quart environ quant à lui vit avec un conjoint ou des amis. Au final, très peu d'étudiants vivent seuls (15,5%). Un petit nombre (4,5%) est isolé avec aucun contact social en dehors des temps d'études. 29,6% des étudiants sont en situation de surpoids.

L'analyse des données du questionnaire GPAQ (Questionnaire mondial sur la pratique d'activités physiques) est réalisée en respectant le protocole validé par l'Organisation Mondiale de la Santé. Les premiers résultats montre pour la population étudiante étudiée une pratique physique très faible que l'on peut qualifier de sédentaire.

On constate pour la population étudiante étudiée une pratique physique très faible que l'on peut qualifier de sédentaire pour le premier quartile (Q1) et de faible pour le second (Q2). Le troisième quartile (Q3) est à la limite (600) de l'activité modéré. Le dernier quartile (Q4) a quant à lui une activité modérée sans toutefois pouvoir être qualifiée d'élevée au sens de l'OMS.

Il n'y a pas de différence significative entre la pratique physique selon le genre. De la même manière le mode de vie : vivre seul ou avec d'autres personnes, avoir ou non beaucoup de contacts sociaux n'influencent pas la pratique d'activité physique.

Références

- Beck, F., Richard J.-B. (eds.) (2013). Les Comportements de santé des jeunes. Analyse du Baromètre santé 2010. INPES, Saint-Denis
- Jeunes en forme Canada, (2009), *Bulletin canadien de l'activité physique chez les jeunes 2009*. <http://www.activehealthykids.ca/Francais.aspx>
- Masson P., (2014). *Partenariat et éducation à la santé : Une approche par les réseaux d'influences. Habilitation à Diriger des Recherches*, 3 juillet 2014, Université du Littoral (ULCO), Dunkerque.
- Porrovecchio A., Masson P., Caby I., Kuehn C., Pezé T., Theunynck D., (2014). "The university on your doorstep: A misplaced utopia? The Université du Littoral Côte d'Opale case". *European Journal of Research on Social Studies, Volume 1, Special Issue 1, 1-7*, August 2014, ISSN: 2148-6018

Pourquoi choisissent-ils des études supérieures en filière STAPS ? 10 ans d'enquête sur la première année de licence STAPS à Brest (2006 – 2015)

Thierry Michot¹, Elodie Autret¹

¹ Laboratoire d'études et de recherche en sociologie (LABERS, EA 3149), Université de Bretagne Occidentale (Brest)

thierry.michot@univ-brest.fr

Introduction

Pourquoi la première année de licence (L1) en Sciences et Techniques des Activités Physiques et Sportives (STAPS) est-elle choisie par des néo-bacheliers, des étudiants en réorientation ou en reprise d'études, ou encore retentée par des étudiants redoublant leur L1 STAPS ? Si la plupart des 45 structures universitaires proposant une licence STAPS effectuent une ou plusieurs enquêtes sur leurs étudiants, rares sont les communications en faisant état, et encore plus rares sont les études menées sur la durée avec le même outil de mesure. Notre communication vise à engager de tels travaux. Nous présentons un suivi d'étudiants de L1 STAPS de Brest de 2006 à 2015 (pour un cumul de 3650 étudiants), relatif aux raisons de leur inscription dans cette filière universitaire.

Hypothèses et méthodologie

Les questions qui ont permis de construire la première enquête (2006) partaient d'un constat simple. Les effectifs nationaux de L1 STAPS étaient en chute libre, en réaction notamment à la diminution des postes aux concours d'enseignant d'éducation physique et sportive (par exemple, au CAPEPS externe, de 1330 postes offerts en 2003 à 740 en 2004, avec de nouveau une diminution de quasi-moitié en 2006), ce débouché étant le pilier historique de la filière STAPS (Giret, Michot, 2006 ; Michot, Shorlé, 2006), et à certains discours politiques sur cette filière soit disant « bouchée » (notamment au printemps 2006). Et pour l'université de Brest, les effectifs sont passés en 2001 de 330 étudiants en première année de STAPS (appelée DEUG 1) à 203 en L1 en 2006, puis 166 étudiants en 2007 (contre 650 aujourd'hui). Mais à la même période, la filière STAPS prenait du poids, avec d'une part le décret du 27 août 2004, élargissant le droit de travail dans les métiers du sport aux diplômés de STAPS, et d'autre part en mars 2006 l'inscription au répertoire national des certifications professionnelles (RNCP) des fiches de licences permettant de matérialiser ce droit au travail. En outre, les données collectées par l'Observatoire National des Métiers de l'Animation et du Sport (ONMAS), par les observatoires de quelques universités et par la conférence des directeurs en STAPS laissaient penser dès 2006 que les résultats d'insertion professionnelle des diplômés de licence STAPS étaient bien meilleurs que les représentations le laissaient penser.

Nous avons donc fait le pari en 2006 que les flux de L1 repartiraient à la hausse, mais surtout que cette population évoluerait de façon significative sur les 10 ans à suivre, notamment en fonction de critères externes aux STAPS (évolutions réglementaires dans le secteur des métiers du sport, travail important sur la (re)connaissance et l'attractivité de la filière, évolution des débouchés, ...) et internes à la filière (par exemple, par une diversification des formations et une meilleure communication sur la filière STAPS, trop souvent perçue comme ne façonnant « que » des « profs de gym »). Et nous avons alors posé comme hypothèse de travail que la population de L1 STAPS allait se transformer, tant sur ce qu'elle serait (sexe, type de baccalauréat, taux de pratique sportive extra-scolaire, type de sport principal pratiqué, nature de l'arrivée en L1 STAPS : premier choix, réorientation, refus en filière sélective) que sur ce qu'elle penserait (les raisons avancées pour justifier ce choix d'inscription en L1 STAPS, lié aux représentations du moment).

Inscrite dans une perspective sociologique, la recherche a donc utilisé une méthodologie d'enquête d'opinion (Iliakopoulos, Pagès, 1994). La méthode utilisée, éprouvée et ayant servi de nombreuses recherches depuis les années 90, tant en STAPS que dans des champs variés, est inspirée d'un paradigme qui utilise les différences d'adhésion qui existent entre individus de groupes qui vivent ensemble. Pour être plus clair, à la question générique « *Pourquoi avez-vous choisi L1 STAPS cette*

année ? », nous avons fait correspondre 18 possibilités de réponses, comme par exemple « *pour devenir Professeur d'éducation physique en collège ou en lycée* », « *parce que je voulais faire beaucoup de sport pendant mes études* » ou encore « *parce que les débouchés en STAPS sont nombreux et variés* ». Suite à l'apparition d'un parcours « kiné » en L1, une question a été ajoutée depuis la rentrée 2013 : « *Parce que je veux aller en kiné et que STAPS est une possibilité pour ça* ». Les 17 autres questions sont restées identiques depuis 2006. Les réponses pouvaient se faire par des échelles de Likert, de « *1 = pas du tout d'accord* » à « *5 = tout à fait d'accord* ». Le questionnaire a été rempli par chaque étudiant présent à la réunion obligatoire de prérentrée.

Résultats et discussion

Les résultats montrent des évolutions sensibles (sexe, type de bac, principal sport pratiqué, opinions). Certaines explications sont parfois simples : par exemple, l'influence de la création d'un parcours de préparation aux écoles de kinésithérapie en 2013, l'ouverture d'un parcours management du sport en 2012, ou encore l'augmentation du pourcentage de titulaires d'un Bac Professionnel en 2012. Mais d'autres explications sont plus complexes, dépassant le seul site brestois, en raison d'évolutions nationales. L'exemple type est celui de la vocation d'enseignant d'EPS. Si l'on groupe les « *plutôt d'accord* » et les « *tout à fait d'accord* », l'évolution est réelle : 35,5 % en 2006, puis 42,2 % en 2007, 27,5 % en 2008, 20,8 % en 2009, tendance qui ne se retournera qu'à partir de 2013, jusqu'aux 27,4 % des étudiants de la promotion 2014, voire même en réalité 39,1 % si l'on ne tient pas compte des 34,3 % de L1 de 2014 venus en STAPS pour le parcours kiné. Ce résultat est évidemment à lier à l'évolution du nombre de postes mis aux concours de recrutement. Les résultats sont donc à la fois intéressants et finalement assez logiques. Mais ils ne concernent qu'un seul site universitaire, certes sur 10 années, et avec un effectif conséquent.

Conclusion

S'il est clair que la population de L1 STAPS du site brestois a évolué de 2006 à 2014, tant sur sa nature que sur ses choix d'inscription et ses représentations, ne travailler que sur un seul site universitaire reste restrictif. En particulier, les différentes déclinaisons locales des « *plans réussite en licence* » ont modifié la nature de l'offre de formation, notamment dans le traitement des étudiants en situation d'échec. De plus, depuis quelques années, la mise en place croissante de capacités d'accueil en première année de licence STAPS a modifié la nature des choix des lycéens, le fait de ne pas mettre STAPS en premier vœu dans le logiciel Admission Post Bac (APB) étant alors réhibitoire. Enfin, on peut noter divers effets, tels que la mise en place de formations aux concours paramédicaux, en commençant par kiné (et ce, même si certains STAPS avaient déjà des dispositifs en ce sens), ou encore les effets de restructuration à l'échelle de Communautés Universitaires, dont on ne sait quelle influence ils auront sur les politiques de site.

Pour cette raison, notre recherche a été étendue en 2014 aux deux autres sites de l'académie, à savoir Rennes 2 et l'antenne rennaise de Saint-Brieuc. Il est envisagé pour la rentrée 2015 d'élargir le panel d'étude à plusieurs autres STAPS, de façon à identifier d'éventuels effets de sites.

Enfin, pour le seul site de Brest, le recours pour 2015 à une capacité d'accueil limitée, existant déjà dans d'autres UFR STAPS, renforce l'intérêt de cette recherche.

Références

- Giret E., Michot T. (2006). Les étudiants en STAPS face à leurs employeurs. Études comparées des représentations portées sur la filière STAPS par des étudiants en STAPS et leurs employeurs potentiels. *Esprit Critique*, 08-01, 1-17
- Iliakopoulos A., Pagès J-P (1994). Une approche globale de l'opinion : de la théorie aux analyses statistiques. In Grange D., Lebart L. *Traitements statistiques des enquêtes*. Dunod, 161-196
- Michot T. Shorlé C. (2006). L'école et les métiers du sport. *Diversité – VEI*, n°146, *L'école vers l'emploi*. CNDP, 159-166

Sport habits and the analysis of socio-economic insecurity, anomy and rituals among higher education students of the Opal Coast littoral

Porrovecchio A.¹, Masson P.¹, Caby I.¹, Kuehn C.¹, Hurdiel R.¹, Pezé T.¹, Theunynck D.¹.

¹Laboratoire « Unité de Recherche Pluridisciplinaire Sport, Santé Société » URePSSS-EA7369
alessandro.porrovecchio@gmail.com

Introduction

Sports practice can offer a preferential point of view to analyse many features of a socio-cultural context: as a cultural fact it can provide a lot of information on its values, its characteristics, its sub-cultures, its weaknesses, its socio-economic profile, its global health and so on.

As concerns this paper, we will propose a double perspective. We will refer both to some aspects related to the macroscopic context, and to the mesoscopic one. The first one concerns the Nord-Pas de Calais region, in particular the Opal Coast littoral area; the second one is drawn from our research data, built through the analysis of some health and socioeconomic determinants (biomedical, social, psychological, etc.) concerning higher education students.

Therefore, the aim of this paper is to describe some features of sports habits among a population of higher education students of the Opal Coast littoral (France), and – through the lens of sports' practice – to focus on the main social criticalities of this population.

Methods and field

This communication should be framed within the “Universanté” research. Universanté started in 2008, including an observatory monitoring students' health and promoting healthy behaviours. It is led by the URePSSS (Unité de Recherche Pluridisciplinaire Sport, Santé, Société) laboratory of the University of Lille Nord de France centre, which includes some units coming from the ULCO, the Artois University and Lille 2 University. At this moment, Universanté is being carried out on a wider sample of approximately 3000 students, both at regional (Nord-Pas de Calais: ULCO and Artois University, Lille 2 University), inter-regional (Rouen University) and international level (University of Chicoutimi, Canada and University of Balamand, Lebanon). As concerns the aim of this communication, we will refer primarily to a part of the Universanté data regarding the students of the University of the Littoral Opal Coast (ULCO) and of a couple of paramedical training sites. In particular, we will refer to a sample of 812 students (of which 20.8 % come from the ULCO), aged 17-35 years, who participated to Universanté between October and December 2013.

The data have been analysed using R©, after the correction or elimination of incomplete or incorrect dossiers. The significance level adopted was 5 %, (p-value lower than 0.05). The questionnaires were anonymous and contained no information to identify students. Data collection was anonymous and confidential and was the subject of a systematic consent of the student. The study design was approved by the “Comission Nationale de l'Informatique et des Libertés (CNIL)”

Results

We traced the physical activities' profile of the population who took part in Universanté, and then, basing on the INSEE and DRJSCS perspective, we described the most important critical aspects of our sample, starting from the distinction between enrolled/not licensed in a sports club. Starting from this main distinction, a few critical aspects of our population emerged: a condition of socio-economic insecurity, a particular *addictive profile* concerning both sports and alcohol (*binge drinking* and *sports addiction*) and a *risky conducts* ' profile.

Discussion

Our data do not say much about some possible solution concerning the critical issues and the social *malaise* highlighted. As concerns the interaction between physical activity and alcohol habits, our data show that the “risky” overall profile is closer to a condition of *addiction to sports*, but we do not exactly know why. We can propose some hypothesis that must be verified by some further study, complementing our research strategy with some qualitative spin-offs. At the moment, we can propose two main interpretative frames concerning the sociological causes of this condition. The first interpretative key is related to the social environment, the second one to a new conception of

risk emerging in youth subcultures. Our main reference, as concerns risk in contemporary societies, will be the one proposed by Patrick Peretti-Watel, integrated by David Le Breton's approach to youth and ritual.

As concerns the social environment, our data depicts a complex condition: our population is characterized by a difficult economic condition, by a very important quota of punctual important alcohol abusers and by a strange interaction between alcohol habits and physical activities. If we proceed our analysis, we can see that it is a population suffering from a condition of isolation. To analyse this feature, we focused on three main aspects: the housing problem, the transport problem and students' leisure activities.

As concerns the new conception of risk emerging, we must take into account the fact that the changes that occurred in western societies in the last decades have been significant and led to a sort of deregulation of values: the transformations involving the family and the other socialization agencies have rapidly affected youth (sub)cultures and their socio-cultural forms. In this context, the social interaction codes and the needs of social integration and recognition take on new shapes and leave ample room to individuals' initiative. Contemporary societies, in fact, leave to the individual the honour and responsibility to build and shape the path of their existence through the creation of "new" rites of passage: some new kinds of rituals often linked to risky bodily practices. Furthermore, in our hypothesis risky attitudes and behaviours could be connected to a substantial reevaluation of the acceptability of risk: a new conception of risk is emerging, and it's characterized by the repositioning of adolescents' guidelines from safety objectives to more flexible goals: individuals must be able to risk, because risk is an indispensable condition to get ahead in life and to be somebody. This aspect is evident if we observe the results of our analysis.

In our opinion the « need for ritual » is the main interpretative key to understand a wide range of social phenomena and cultural forms such as the problematic use of alcohol or psychoactive substances and sports addiction. These elements and aspects have been highlighted during the first analysis of the Universanté data, but should be analysed further through some more systematic and deeper studies, to verify our main hypothesis.

Bibliography

- Beccaria, F., Sande, A. (2003). Drinking games and rite of life projects. A social comparison of the meaning and functions of young people's use of alcohol during the rite of passage to adulthood in Italy and Norway. *Youth*, 11, 2, 99-119.
- Beck F., Richard J.-B. (eds.) (2013), *Les Comportements de santé des jeunes. Analyses du Baromètre santé 2010*, Inpes, Saint-Denis.
- Gordon-Larsen, P., McMurray, R.G., Popkin, B.M. (2000). Determinant of adolescent physical activity and inactivity patterns. *Pediatrics*, 105: E83.
- Kern, L. (2007). Validation de l'adaptation française de l'échelle de dépendance à l'exercice physique: l'EDS-R. *Pratiques psychologiques*, 13, 425-441.
- Le Breton, D. (1991). *Passions du risque*. Paris: Métailié.
- Le Breton, D. (2007). *En souffrance. Adolescence et entrée dans la vie*. Paris: Métailié.
- Peretti-Watel, P. (2002). Les « conduites à risque » des jeunes : défi, myopie, ou déni ? *Agora débats/jeunesses*, 27, Les jeunes et le risque, 16-33.
- Porrovecchio, A. Caby, I. Masson, P. Kuehn, C. Hurdiel, R. Pezé, T. Theunynck, D. (2014a). Youth, sports and alcohol consumption. Studying and comparing alcohol rituals in the Littoral Opal Coast. *European Journal of Research on Education*, 2(2), 276-284.
- Porrovecchio, A. Masson, P. Caby, I. Kuehn, C. Pezé, T. Theunynck, D. (2014b). The university on your doorstep: A misplaced utopia? The Université du Littoral Côte d'Opale case. *European Journal of Research on Social Studies*, 1, Special Issue 1, 1-7.
- Saunders J. B., Aasland O. G., Babor T. F., de la Fuente J. R., Grant M. (1993), Development of the Alcohol Use Disorder Identification Test (AUDIT) : WHO collaborative project on early detection of persons with harmful alcohol consumption--II. "Addiction", 88(6) : 791-804.

Les professionnels de l'enseignement du ski alpin : régulation d'un marché par les qualifications et conséquences organisationnelles

Yohann Rech

Laboratoire « Violences, Identités, Politiques et Sports » (EA 4636), Université Rennes 2
yohann.rech@univ-rennes2.fr

Contexte de l'étude

Le métier de moniteur de ski est une profession souvent perçue au travers de différents stéréotypes assez éloignés de la réalité : cadre de travail idyllique, pratique d'une activité sportive à sensation, rémunération intéressante, etc. Les travaux historiques et sociologiques investiguant ce métier n'ont pas été légion et n'ont donc pas permis de contrebalancer cette vision commune d'une profession assez méconnue. D'une part, cette recherche vise à comprendre comment s'est structurée et institutionnalisée la profession. Il est notamment nécessaire de comprendre comment l'Etat régule la profession en définissant les prérogatives des moniteurs de ski, mais aussi en déterminant les compétences pour entrer dans la profession et en organisant la formation grâce à l'Ecole Nationale de Ski et d'Alpinisme (ENSA). D'autre part, il s'agit de saisir les conséquences de cette structuration de la profession sur le travail « en action » des moniteurs de ski ainsi que sur l'organisation des structures marchandes de l'enseignement du ski.

Cadre théorique et problématique

L'ancrage théorique de cette étude se situe à la frontière entre la sociologie des professions, du travail et des organisations. Ce triple cadrage nous permet de mettre en évidence la manière dont l'Etat et les professionnels du ski ont structuré le marché du travail autour de qualifications très strictes, puis d'en analyser les conséquences concrètes à la fois sur l'organisation et la gestion d'une école de ski, mais aussi plus globalement sur le marché de l'enseignement du ski alpin. Ce cadre théorique nous permet de mieux connaître ce métier et de l'explorer à partir de trois niveaux.

Le premier niveau de réflexion est celui de la structuration de ce métier comme un territoire professionnel à construire et à défendre. Cette délimitation de la profession se caractérise à la fois par des prérogatives particulières, mais aussi par des compétences et des qualifications pour entrer dans la profession. L'approche par les professions nous semble pertinente dans ce cas car comme le soulignent Demazière & Gadéa (2010, 19), « les professions [...] se prévalent d'un monopole d'exercice, qu'elles défendent en contrôlant le contenu des compétences revendiquées, la transmission des savoirs et la socialisation des membres, les règles éthiques présidant à leur mise en œuvre, la valeur sociale et économique de leur activité ». D'après ces auteurs, les professions libérales correspondent particulièrement à ces caractéristiques. La profession de moniteur de ski renvoie en effet à ces différents éléments car il existe bien une forme de monopole du fait de l'existence d'un diplôme d'Etat réglementant l'enseignement du ski alpin, d'un établissement public (l'ENSA) formant les futurs moniteurs et dispensant une doctrine commune pour l'enseignement du ski, d'une socialisation des prétendants qui se produit à différents niveaux (clubs sportifs, écoles de ski, ENSA, etc.), d'un certain prestige social à exercer cette profession, et enfin d'un marché de l'emploi suffisamment sélectif pour que la valeur économique de l'activité ne soit pas dévaluée.

Le second niveau d'analyse permet de comprendre comment cette profession se structure à l'échelle locale. Il s'agit notamment de saisir comment les professionnels de l'activité se regroupent et s'organisent localement pour structurer leurs activités commerciales. Le fonctionnement et l'organisation de chaque école de ski demeurent en réalité extrêmement contingents. Par ailleurs, les structures commerciales s'intègrent, à l'échelle de leur station, dans un enchevêtrement d'organisations interdépendantes et aussi parfois concurrentes qui forment une action organisée (Friedberg, 1993). L'analyse doit surtout mettre en évidence les conséquences organisationnelles qu'engendrent les qualifications particulières de la profession.

Enfin, le dernier niveau d'analyse est celui de la description d'un marché de l'enseignement du ski alpin, lui aussi singulier au regard du parcours et de la formation des éducateurs sportifs dans cette discipline sportive. Ce niveau d'analyse vise à saisir le processus de constitution d'un marché de l'enseignement du ski alpin et des conditions d'existence et de maintien des « agencements marchands » (Callon, 2013) permettant de transformer une activité sportive en activité économique.

Méthodologie

Les éléments de réflexion avancés reposent sur une enquête ethnographique réalisée depuis une dizaine d'années dans une école de ski au sein d'une station de sports d'hiver de Haute-Savoie, en travaillant ponctuellement comme moniteur. Le matériel empirique mobilisé repose donc sur les observations faites sur ce terrain d'enquête et sur une connaissance fine de ce milieu. Les périodes d'enquête sur le terrain se sont étendues sur plusieurs années, de l'hiver 2005 à 2014, avec des périodes de travail allant de deux à dix semaines par saison. La méthode d'enquête retenue a été l'observation ethnographique, que nous avons réalisée par immersion dans la structure, à l'instar de Poirier (1991). Cette méthode permet d'observer de l'intérieur le travail à l'œuvre, et non de se le voir raconter avec un décalage possible avec la réalité de l'entreprise (Jeudy-Ballini, 1991). Par ailleurs, ce travail de terrain a été ponctué de plusieurs stages à l'École Nationale de Ski et d'Alpinisme (ENSA) qui, s'ils n'ont pas fait l'objet d'une observation ethnographique, ont permis de connaître de l'intérieur la formation au métier de moniteur.

Principaux résultats

Premièrement, nous montrons en quoi le métier de moniteur de ski est en réalité extrêmement dépendant de l'État et des politiques publiques qui le régulent. Cependant, les professionnels de ce secteur ont également une capacité d'action et de mobilisation leur permettant de faire valoir leurs droits auprès des pouvoirs publics. Les compétences valorisées pour obtenir le diplôme de moniteur, principalement sportives, se font au détriment d'autres qualifications pourtant utiles dans le secteur du tourisme sportif, ce qui a pour conséquence de fermer ce marché du travail (Paradeise, 1988). Deuxièmement, la structuration de la profession autour d'un modèle libéral a lui aussi des conséquences sur le mode d'organisation des écoles de ski. Plusieurs spécificités organisationnelles peuvent ainsi être mises en évidence : forme juridique singulière pour une structure sportive marchande, système organisationnel démocratique, spécificité du recrutement des ressources humaines, etc. Enfin, le troisième niveau d'observation met en évidence la manière dont l'enseignement du ski est devenu un agencement marchand au sens de Callon (2013), sans que les pratiques commerciales soient pour autant standardisées et rationalisées.

Références

- Callon, M. (2013). Qu'est-ce qu'un agencement marchand ? In M. Callon, M. Akrich, S. Dubuisson-Quellier, C. Grandclément, A. Hennion, B. Latour, A. Mallard, C. Méadel, F. Muniesa & V. Rabeharisoa (Eds.), *Sociologie des agencements marchands* (pp. 325-440). Paris : Presses des Mines.
- Demazière, D., & Gadéa, C. (2010). Introduction. In D. Demazière & C. Gadéa (Eds), *Sociologie des groupes professionnels* (pp. 13-24). Paris : La Découverte.
- Friedberg, E. (1993). *Le pouvoir et la règle – Dynamiques de l'action organisée*. Paris : Éditions du Seuil.
- Poirier, K. (1991). Immersion, identification, quelle méthodologie appliquée à l'observation des entreprises ? *Journal des Anthropologues*, 43/44, 73-78.
- Paradeise, C. (1988). Les professions comme marchés du travail fermés. *Sociologie et sociétés*, 20(2), 9-21.

Mardi 27 Octobre 2015

8 h 00 – 10 h 30

Symposia

SYMPOSIUM N°8

***Différentes approches du vieillissement neuro-
musculocomportemental***

(Coord. : Jean-Jacques Temprado)

Différentes approches du vieillissement neuro-musculo-comportemental

Symposium thématique coordonné par :
Jean-Jacques Temprado

¹ Aix-Marseille Université - Institut des Sciences du Mouvement
jean-jacques.temprado@univ-amu.fr

L'allongement de l'espérance de vie dans la plupart des pays industrialisés se traduit par des changements démographiques amples. Pour le nombre croissant de personnes vieillissantes, un des enjeux n'est pas seulement de vivre plus longtemps mais surtout, de préserver leurs capacités cognitives et motrices. Plaçant le mouvement et les relations entre cerveau, muscles et comportements au centre de leurs préoccupations, les recherches en Sciences du Mouvement Humain peuvent apporter une contribution de premier plan à la compréhension pluridisciplinaire du vieillissement neural, musculaire et comportemental.

Ce symposium présente différentes approches portées par de jeunes chercheurs dans le domaine du vieillissement du système neuro-musculo-squelettique.

Matthieu Boisgontier présentera une étude sur les relations entre cerveau et comportement chez les personnes âgées, à travers les corrélations entre les modifications structurales observées au niveau cérébral et les paramètres de la locomotion humaine. *Cédric Albinet* montrera comment on peut étudier les effets de l'activité physique sur les processus cognitifs, au niveau cérébral et comportemental. *Leslie Decker* présentera une étude portant sur le transfert de l'entraînement dans une tâche motrice dans le domaine cognitif chez des personnes âgées fragiles. *Rita Sleimen-Malkoun* présentera une approche du vieillissement neuro-comportement s'appuyant sur l'analyse des systèmes dynamiques non linéaires. *Carlijn Vernooij* montrera comment l'approche des systèmes dynamiques peut aussi être appliquée à l'étude des effets du vieillissement sur les synergies musculaires utilisées pour réaliser une tâche d'atteinte manuelle.

Liste des communications associées au symposium :

J.J. Temprado : Différentes approches du vieillissement neuro-musculo-comportemental (introduction)

M. Boisgontier. Matière grise et contrôle de l'équilibre au cours du vieillissement.

C. Albinet. Activité physique et processus cognitifs : aspects cérébraux et comportementaux

L. Decker : Les liens entre cognition et motricité au cours du vieillissement : exploration à travers les effets de l'entraînement dans une tâche motrice.

R. Sleimen-Malkoun. Neuro-behavioral aging: a dynamical systems approach.

C. Vernooij. Concepts and methods to study the effect of ageing on neuro-muscular coordination

Les 3 à 5 communications sont listées dans l'ordre de leur succession dans le document (reflétant autant que possible l'ordre de présentation envisagé lors du congrès.

Matière grise et contrôle de l'équilibre

Matthieu P. Boisgontier¹, Boris Cheval², Peter van Ruitenbeek¹, Oron Levin¹, Olivier Renaud², Julien Chanal^{2,3}, & Stephan P. Swinnen^{1,4}

¹Movement Control and Neuroplasticity Research Group, Department of Kinesiology, Biomedical Sciences Group, KU Leuven, Leuven, Belgium

²Methodology and Data Analysis Research Group, Faculty of Psychology and Educational Sciences (FAPSE), Geneva University, Geneva, Switzerland

³Distance Learning University Switzerland, Sierre, Switzerland

⁴Leuven Research Institute for Neuroscience & Disease (LIND), KU Leuven, Leuven, Belgium
matthieu.boisgontier@faber.kuleuven.be

Introduction

Pour éviter de perdre l'équilibre, la posture est en permanence contrôlée par l'activité musculaire ajustant l'organisation spatiale et la raideur des membres et du tronc. L'implication du cerveau dans ce contrôle de l'équilibre a été clairement démontrée (Mihara et al., 2008 ; Van Impe et al., 2012). Cependant, la nature critique de cette implication, comparée à d'autres prédicteurs de l'équilibre tel que le vieillissement, reste inconnue. Cette information est pourtant importante puisque le fonctionnement et la structure du cerveau sont modifiables par l'entraînement (Draganski et al., 2004; Burciu al., 2013) qui pourrait donc permettre de limiter les effets de l'âge sur l'équilibre. Cependant, l'analyse des structures cérébrales spécifiquement impliquées dans le contrôle de l'équilibre est limitée du fait de l'impossibilité de réaliser ce type de tâche dans un scanner d'imagerie par résonance magnétique. Néanmoins, puisque la densité de matière grise reflète la densité neuronale (Suzuki et al., 2013), cet indicateur pourrait être une alternative aux indicateurs fonctionnels pour mettre en évidence les structures spécifiquement impliquées dans la stabilité de l'équilibre. Ici, nous avons utilisé une analyse d'imagerie structurelle du cerveau et des modèles statistiques mixtes pour tester si la densité de matière grise totale est un meilleur prédicteur que l'âge pour prédire le contrôle de l'équilibre.

Méthode

Trente sujets jeunes (22 ± 3 ans) et 30 sujets âgés (69 ± 5 ans) ont participé à cette étude en accord avec le code d'éthique de l'association médicale mondiale. Le contrôle de l'équilibre était testé sur une plateforme de force mobile autour d'un axe transversal (Neurocom International, Inc., Clackamas, OR, USA). Les participants se tenaient debout sur la plateforme, bras le long du corps, membre inférieurs tendus, genoux déverrouillés, et malléoles médiales alignées verticalement avec l'axe de rotation de la plateforme. La tâche consistait à maintenir un équilibre le plus stable possible. Pour obtenir une vue d'ensemble de la performance d'équilibre, 7 mouvements de plateformes comprenant différentes combinaisons de fréquence et d'amplitude (0 Hz- 0 deg ; 0,1 Hz-0,7deg ; 0,1 Hz-5 deg ; 6Hz-0,3 deg ; 6 Hz-0,6 deg ; 1,5 Hz-0,6 deg ; 0,1 + 1,5 + 6 Hz- 5 deg) ont été testés yeux ouverts et fermés. Chaque condition durait 1 min et était répétée deux fois pour un total de 28 essais (7 conditions x 2 essais x 2 visions). La moyenne quadratique des mouvements du centre des pressions dans le plan transversal était utilisée comme indicateur de contrôle de l'équilibre. La moyenne d'intensité de matière grise était utilisée comme un indicateur de la densité de la matière grise. Pour analyser la mesure dans laquelle l'âge et la densité de matière grise prédisaient le contrôle de l'équilibre, une série de 3 modèles mixtes a été construite. Ces modèles permettent de modéliser explicitement la variabilité (effets aléatoires) autour des effets fixes.

Résultats

Le modèle 1 estimait les effets aléatoires des participants et des conditions sur l'activité du centre des pressions en contrôlant pour le poids, la taille, l'ordre des conditions et les yeux ouverts ou fermés. Ce modèle servait donc de référence pour les modèles suivants.

Ajouter les effets fixes et aléatoires de l'âge (jeunes vs. Agés) permettait au modèle 2 de prédire les données plus précisément que le modèle 1 ($\Delta AIC = 117$). Le modèle 2 montre un effet fixe de l'âge ($p < .05$) indiquant que les sujets âgés bougeaient davantage que les sujets jeunes. L'effet aléatoire de l'âge entre les conditions était important, indiquant que l'effet fixe de l'âge variait entre les conditions. Plus précisément, la covariance positive entre les interceptes des conditions et l'âge au niveau aléatoire ($r = 0.71$) indiquait que l'effet positif de l'âge était renforcé quand l'intercepte des conditions augmentait. En d'autres termes, le contrôle de l'équilibre est plus dépendant de l'âge dans des conditions difficiles que dans les conditions faciles.

Ajouter les effets fixes et aléatoires de la matière grise permettait au modèle 3 de prédire les données plus précisément que le modèle 1 ($\Delta AIC = 6$). Le modèle 3 révélait un effet fixe de la matière grise ($p < .05$) indiquant que la matière grise prédisait négativement l'activité du centre des pressions. L'effet aléatoire de la matière grise indiquait que l'effet fixe variait entre les conditions. Plus précisément, la covariance négative entre les interceptes des conditions et la matière grise au niveau aléatoire ($r = -.99$) indiquait que l'effet négatif de la matière grise était renforcé quand l'intercepte des conditions augmentait. En d'autres termes, le contrôle de l'équilibre est plus dépendant de la matière grise dans les conditions difficiles que dans les conditions faciles.

Du modèle 2 au modèle 3, les effets fixes et variables de l'âge étaient affaiblis. Ce résultat suggérait que la variabilité assignée à l'âge dans le modèle 2 était en fait au moins partiellement due à la matière grise. De plus, la covariance entre les interceptes des conditions et la matière grise était supérieure à la covariance entre les interceptes des conditions et l'âge ($p = .05$), démontrant que la matière grise était plus fiable que l'âge pour prédire la performance de contrôle de l'équilibre.

Discussion

Nos résultats montrent que la densité de matière grise dans le cerveau prédit le contrôle de l'équilibre au-delà et de manière plus fiable que l'âge. Ces résultats relativisent l'importance des effets de l'âge sur le contrôle postural et encouragent la poursuite d'études fondamentales et cliniques analysant la plasticité et l'expansion de la matière grise (Draganski et al., 2004; Burciu al., 2013).

Références

- Burciu RG, Fritsche N, Granert O, Schmitz L, Spönemann N, Konczak J, Theysohn N, Gerwig M, van Eimeren T, Timmann D (2013) Brain changes associated with postural training in patients with cerebellar degeneration: a voxel-based morphometry study. *J Neurosci* 33:4594–4604.
- Draganski B, Gaser C, Busch V, Schuierer G, Bogdahn U, May A (2004) Neuroplasticity: changes in grey matter induced by training. *Nature* 427:311–312.
- Mihara M, Miyai I, Hatakenaka M, Kubota K, Sakoda S (2008) Role of the prefrontal cortex in human balance control. *Neuroimage* 43:329–336.
- Suzuki H, Sumiyoshi A, Taki Y, Matsumoto Y, Fukumoto Y, Kawashima R, Shimokawa H (2013). Voxel-based morphometry and histological analysis for evaluating hippocampal damage in a rat model of cardiopulmonary resuscitation. *Neuroimage* 77:215–221.
- Van Impe A, Coxon JP, Goble DJ, Doumas M, Swinnen SP (2012) White matter fractional anisotropy predicts balance performance in older adults. *Neurobiol Aging* 33:1900–1912.

Activité physique et processus cognitifs : aspects cérébraux et comportementaux

Cédric T. Albinet

CeRCA (UMR-CNRS 7295), Université de Poitiers
cedric.albinet@univ-poitiers.fr

Depuis le début des années 2000, un nombre croissant d'études se sont intéressées aux effets prophylactiques de l'activité physique chronique ou du niveau de condition physique sur le vieillissement des fonctions cognitives. Cette présentation fera le point sur les derniers résultats de la recherche dans ce domaine en mettant l'accent sur les principaux mécanismes neurophysiologiques actuellement proposés pour expliquer ces bénéfices.

Dans un premier temps, les études se sont centrées sur la recherche et la caractérisation des processus cognitifs les plus favorables aux effets de l'activité physique chez les seniors à un niveau comportemental. Certaines fonctions cognitives, très sensibles aux effets du vieillissement normal, comme la vitesse de traitement de l'information, la mémoire épisodique ou les fonctions exécutives, semblent ainsi fonctionner de manière plus efficiente sous l'effet de programmes d'activité physique ou en fonction du niveau de condition physique cardiorespiratoire (VO_2max). Nous montrerons que la compréhension de ce phénomène nécessite toutefois une analyse fine des processus cognitifs impliqués car toutes ces fonctions cognitives ou les tâches qui sont développées pour les évaluer ne semblent pas affectées dans les mêmes proportions. L'amélioration de la fonction d'inhibition par exemple, processus exécutif central, semble être particulièrement associée à l'entraînement physique ou au niveau de condition physique aérobie, bien que toutes les tâches utilisées dans les études pour l'évaluer ne montrent pas la même sensibilité (Abou-Dest et al., 2012 ; Boucard et al., 2012). Il se pourrait que l'inhibition, par sa nature centrale au sein des fonctions exécutives et dans le vieillissement cognitif, soit particulièrement sensible aux effets de l'exercice physique. Il est également possible, comme nous allons le développer, que les réseaux neuronaux et les structures cérébrales sous-tendant cette fonction cognitive soient préférentiellement renforcés par les effets cardiovasculaires de l'activité physique.

Dans un second temps, les études ont cherché à comprendre et caractériser les mécanismes neurophysiologiques potentiellement responsables de la relation positive entre activité physique et performances cognitives chez les seniors. Depuis les premiers travaux utilisant de l'imagerie cérébrale fonctionnelle, publiés par Colcombe et collaborateurs en 2004 (Colcombe et al., 2004), de nombreuses études ont investigué les substrats cérébraux impliqués lors de la réalisation de tâches cognitives en fonction du niveau d'activité physique ou de condition physique. Colcombe et al. ont ainsi été les premiers à montrer que des personnes âgées à haut niveau de VO_2max ou ayant suivi un entraînement physique aérobie montraient une plus grande activité métabolique corticale dans les régions frontales et pariétales spécifiquement impliquées dans la sélection spatiale et le fonctionnement inhibiteur, que leurs homologues inactifs ou ayant suivi un entraînement de type stretching, expliquant leurs meilleures performances d'inhibition. Utilisant une technique d'imagerie par résonance magnétique (IRM) structurale, Erickson et al. (2011) ont montré qu'un programme d'activité physique aérobie (marche) de un an entraînait une augmentation du volume de l'hippocampe antérieur de 2 %, associée à une amélioration des performances de la mémoire spatiale. Plus récemment, Albinet et al. (2014) ont utilisé une technique d'imagerie cérébrale optique (fNIRS, functional Near InfraRed Spectroscopy) pour examiner les variations de concentration en hémoglobine oxygénée et en hémoglobine désoxygénée dans le cortex préfrontal dorsolatéral chez des femmes âgées de 60 ans et plus, à haut et faible niveau de VO_2max , lors de la réalisation d'une tâche cognitive impliquant de l'inhibition. Les résultats de cette étude ont montré

qu'un plus haut niveau de condition physique aérobie est bien relié à un plus fort apport d'oxygénation cérébrale dans le cortex préfrontal droit, soutenant de meilleures performances d'inhibition. Dans l'ensemble, les résultats des études ces 10 dernières années semblent aller dans le même sens que les études sur l'animal démontrant les bénéfices de l'activité physique sur la plasticité cérébrale, notamment par la libération de facteurs neurotrophiques (le facteur neurotrophique dérivé du cerveau (BDNF), le facteur de croissance de l'endothélium vasculaire (VEGF), le facteur de croissance 1 de l'insuline (IGF-1)).

Conclusion

Le vieillissement entraîne des modifications structurales et fonctionnelles du système nerveux central, associées à une diminution des performances cognitives. Toutefois, ces déclin semblent pouvoir être en partie réduits ou contrés par la pratique régulière d'activité physique et le maintien d'une bonne condition physique cardiorespiratoire. De nombreuses études récentes, comportementales et en neuro-imagerie, viennent en apporter un support empirique pertinent. La recherche des mécanismes neurobiologiques responsables de ces bénéfices doit maintenant permettre de mieux comprendre l'origine de l'impact à long terme de l'activité physique sur la santé cérébrale et la vitalité cognitive des seniors.

Références

- Abou-Dest, A., Albinet, C. T., Boucard, G., & Audiffren, M. (2012). Swimming as a positive moderator of cognitive aging: a cross-sectional study with a multitask approach. *Journal of Aging Research*, 2012: 273185.
- Albinet, C. T., Mandrick, K., Bernard, P. L., Perrey, S., & Blain, H. (2014). Improved cerebral oxygenation response and executive performance as a function of cardiorespiratory fitness in older women: a fNIRS study. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 6: 272.
- Boucard, G. K., Albinet, C. T., Bugajska, A., Bouquet, C. A., Clarys, D., & Audiffren, M. (2012). Impact of physical activity on executive functions in aging: a selective effect on inhibition among old adults. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 34(6), 808-827.
- Colcombe, S.J., Kramer, A.F., Erickson, K.I., Scalf, P., McAuley, E., & Cohen, N.J. ... Elavsky, S. (2004). Cardiovascular fitness, cortical plasticity, and aging. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, 101, 3316-3321.
- Erickson, K.I., Voss, M.W., Prakash, R.S., Basak, C., Szabo, A., & Chaddock, L. ... Kramer, A. F. (2011). Exercise training increases size of hippocampus and improves memory, *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, 108(7), 3017-3022.

La dédifférentiation des processus cognitifs et moteurs au cours du vieillissement : illustration à travers les effets de l'entraînement

Leslie M. Decker¹, Jan Bulla², Ingo Bulla³, Frédérique Retornaz⁴ & Jean-Jacques Temprado⁵

¹ UMR-S 1075 INSERM/Université de Caen Basse-Normandie
leslie.decker@unicaen.fr

Introduction

Au cours des dix dernières années, un nombre croissant de travaux sur le vieillissement se sont intéressés à l'évolution des relations entre les performances cognitives et les performances motrices. L'hypothèse sous-jacente à ces études est celle de la « dé-différentiation » qui prévoit que l'interaction entre les processus cognitifs et moteurs augmente au cours de l'âge en raison de l'existence de causes communes, structurales (*e.g.*, atrophie de la matière grise, modifications de la connectivité cérébrale) et fonctionnelles (*e.g.*, diminution de la vitesse de traitement de l'information) dans le système nerveux central (SNC). Le ralentissement comportemental, qui est observé à la fois dans les tâches cognitives et motrices, est un bon point d'entrée pour étudier la dé-différentiation cognitivo-motrice. En effet, il constitue un indicateur indirect de la vitesse de traitement de l'information dans le SNC (Eckert, 2011). Au cours d'une étude précédente, Sleimen-Malkoun et al. (2013) ont testé l'hypothèse de dé-différentiation en comparant l'évolution de la vitesse de traitement de l'information dans deux tâches : une tâche cognitive de temps de réaction (*i.e.*, tâche de Hick-Hyman ; Hick, 1952 ; Hyman, 1953) et une tâche motrice de pointage unimanuel (*i.e.*, tâche de Fitts ; Fitts, 1954). En comparant les pentes des fonctions d'efficacité de chaque tâche, les auteurs ont pu montrer que la diminution de l'efficacité du traitement de l'information dans le SNC pourrait expliquer le taux de ralentissement commun des réponses comportementales dans les deux tâches.

L'étude présentée au cours de ce symposium s'appuie sur ces résultats et sur la dé-différentiation cognitivo-motrice pour étudier le transfert d'entraînement effectué dans une tâche motrice (tâche de Fitts) vers une tâche cognitive (tâche de Hick-Hyman). L'hypothèse testée était que si la vitesse de traitement de l'information est la cause commune qui explique le ralentissement dans le domaine cognitif et le domaine moteur, alors en améliorant la vitesse de traitement grâce à un entraînement dans la tâche de Fitts, on devrait observer une amélioration de la vitesse de traitement dans la tâche de Hick-Hyman, en particulier chez les personnes âgées ayant des troubles cognitifs, et donc présentant un plus fort degré de dé-différentiation cognitivo-motrice.

Méthode

11 personnes âgées vivant à domicile (1 homme et 10 femmes, 73.6 ± 6.4 ans, groupe « témoins ») et 11 résidents de l'EHPAD du Centre Gérontologique Départemental (CGD) de Marseille (3 hommes and 8 femmes, 80.7 ± 9.2 ans, groupe « patients »), ne présentant pas d'antécédents de troubles neurologiques ou psychiatriques, ont participé à l'étude. Les participants ont été soumis à une batterie de questionnaires (*i.e.*, caractéristiques sociodémographiques, antécédents médicaux, dépendance, espace de vie, nombre de chutes dans les 12 derniers mois, peur de chuter, dépression) et de tests neuropsychologiques (évaluation cognitive globale, fonctions exécutives, mémoires, vitesse de traitement de l'information). Les deux groupes ont réalisé : 1) une tâche de pointage unimanuel discret (type Fitts) comportant 4 niveaux de difficulté (3, 3.9, 4.7 et 5.6 bits), et 2) une tâche de temps de réaction simple et de choix (type Hick-Hyman) comportant 4 niveaux de difficulté (0, 1, 2 et 3 bits). Pour la tâche de Hick-Hyman, les associations stimulus-réponse (S-R) étaient présentées de manière compatible ou incompatible. Seuls les patients ont été entraînés dans la tâche Fitts (pointage unimanuel discret) pendant quatre semaines, à raison de trois sessions de 30 minutes par semaine. A la suite de la période d'entraînement, ils ont réalisé les mêmes tâches (*i.e.*,

Fitts et Hick-Hyman) que celles effectuées avant l'entraînement. Nous avons analysé : 1) les pentes des fonctions d'efficacité dans les deux tâches, Fitts (*i.e.*, temps de mouvement [TM], temps d'accélération [TA] et temps de décélération [TD]) et Hick-Hyman (*i.e.*, temps de réaction [TR]), et 2) les corrélations entre les pentes des fonctions d'efficacité et les scores aux questionnaires et aux tests neuropsychologiques.

Résultats

Pour l'essentiel, les résultats ont montré que les patients avant entraînement obtenaient des scores aux questionnaires et aux tests neuropsychologiques bien inférieurs aux témoins. De plus, les pentes des fonctions d'efficacité étaient plus élevées pour les patients que pour les témoins dans les deux tâches, Fitts (TM : $+33.4 \pm 4.9$ ms.bit⁻¹, TA : $+13.7 \pm 1.8$ ms.bit⁻¹, TD : $+19.2 \pm 3.7$ ms.bit⁻¹) et Hick-Hyman (TR : $+31.7 \pm 8.5$ ms.bit⁻¹). Après entraînement des patients, nous avons observé une nette diminution des pentes des fonctions d'efficacité dans la tâche de Fitts (TM : -36.5%, TA : 41.5%, TD : 32.5%), si bien que les pentes entre les deux groupes n'étaient plus significativement différentes. Également, nous avons observé une diminution des pentes des fonctions d'efficacité dans la tâche de Hick-Hyman, dans les conditions S-R compatible (TR : -20.8%) et incompatible (TR : -8.4%). Par ailleurs, chez les patients avant entraînement, les pentes des fonctions d'efficacité dans la tâche de Fitts étaient corrélées à la flexibilité mentale (*i.e.*, Trail Making Test, TMT-B minus A), au degré de dépendance (*i.e.*, activités basiques et instrumentales de la vie quotidienne), à l'espace de vie (*i.e.*, version canadienne-française du « UAB Life-Space Assessment ») et à la peur de chuter (*i.e.*, version française du « Falls Efficacy Scale-International »). Après entraînement, les pentes étaient corrélées non seulement à la flexibilité mentale et aux activités instrumentales de la vie quotidienne, mais aussi à l'efficacité cognitive globale (*i.e.*, Montreal Cognitive Assessment) et aux capacités d'inhibition (*i.e.*, Test du Stroop Victoria, adaptation francophone) et de vitesse de traitement de l'information (*i.e.*, subtests Codes et Symboles de la WAIS-III).

Discussion

Les résultats de la présente étude montrent clairement un transfert des effets de l'entraînement dans la tâche de Fitts vers les tâches de Hick-Hyman (associations S-R compatibles ou incompatibles), à travers une modification de l'efficacité du traitement de l'information. Ils permettent également d'identifier la nature des mécanismes qui ont été optimisés. Plus généralement, ils renforcent l'hypothèse de l'existence d'une cause commune au ralentissement cognitif et moteur, suggérée lors de travaux précédents. Ces résultats peuvent avoir des prolongements dans le domaine clinique pour l'évaluation et l'entraînement des personnes âgées, fragiles et/ou atteintes de troubles cognitifs.

Références

- Eckert, M.A. (2011). Slowing down: age-related neurobiological predictors of processing speed. *Frontiers in Neuroscience*, 5, 25.
- Fitts, P.M. (1954). The information capacity of the human motor system in controlling the amplitude of movement. *Journal of Experimental Psychology*, 47(6), 381-391.
- Hick, W.E. (1952). On the rate of gain of information. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 4, 11-26.
- Hyman, R. (1953) Stimulus information as a determinant of reaction time. *Journal of Experimental Psychology*, 45(3), 188-196.
- Sleimen-Malkoun, R., Temprado, J.J., & Berton, E. (2013). Age-related dedifferentiation of cognitive and motor slowing: insight from the comparison of Hick-Hyman and Fitts' laws. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 5, 62.

The interplay between cognitive and sensorimotor systems during isometric force control: insights from dual-task

Solveig Vieluf¹, Jean-Jacques Temprado¹, Nicolas Bricot¹, Eric Berton¹ et Rita Sleimen-Malkoun^{1,2}

¹Aix-Marseille Université, CNRS, Institut des Sciences du Mouvement UMR 7287, 13288, Marseille cedex 09, France

²Aix-Marseille Université, Inserm, Institut de Neurosciences des Systèmes UMR_S 1106, 13385, Marseille, France
solveig.vieluf@univ-amu.fr

Introduction

The control of isometric forces results from the interaction of multiple subsystems that assemble to form functional synergies (Clark & Manini, 2008; Vaillancourt and Newell, 2002). However, how force level affects these synergies and, in particular, the interplay between central demand, sensorimotor processing, and muscular mechanisms has been scarcely investigated. The present study addresses this issue by using a dual-task paradigm. To achieve this objective, we investigated the *principled co-variations* of specific variables related to the different sub-systems that is: i) efficiency of information processing through the measure of signal-to-noise ratio, ii) complexity of force output through the use of multiscale entropy (MSE), iii) attentional effort incurred by force control through the measure of reaction time and iv) adaptability of the force control system through the analysis of perturbations resulting from foot response in the dual-task situation. Our general hypotheses was that: i) nonlinear dynamics (i.e., U- and inverted U-shapes) should be observed for these different variables over a range of force levels and ii) these dynamics should be correlated, in particular the optima of the different curves should correspond.

Methods

25 healthy participants (23.44±1.55 years; 12 women) took part voluntarily in the study. All were healthy, right handed, and had normal, or corrected to normal, vision. Under dual task conditions they performed simultaneously a reaction time task and an isometric force maintenance task. At each force level (10, 20, 30, 40, 50, 60% of the individual's MVC), 6 trials of 15 seconds including 3 reactions each (inter-stimulus interval were randomly either 3 or 6 s) were performed. To analyze a stable period of force maintenance the last three seconds of the 6-second intervals were taken into account. The signal-to-noise ratio as a measure of efficiency, and the area underneath multiscale entropy curves as a measure of system's complexity were analyzed. On the basis of all 18 reactions per force level the reaction times were trimmed, i.e. 20% fastest and slowest reactions were excluded from further analysis, and averaged. Around the period of the reaction, the perturbation of the continuous force production was characterized by two independent types of perturbation, a first one for which the force increases (perturbation up) and a second one for which the force decreases (perturbation down). We analyzed the amplitude of both perturbations relative to the force level. Repeated measure ANOVAS were performed to test for statistical significance.

Results

Efficiency, $F(5,24) = 10.76$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .309$, complexity, $F(5,24) = 2.65$, $p = .04$, $\eta_p^2 = .100$, reaction time, $F(5,24) = 4.05$, $p = .01$, $\eta_p^2 = .144$, as well as the relative amplitude of perturbations down, $F(5,24) = 15.27$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .389$, changed over force levels. Only the relative amplitude of the perturbation up did not differ between force levels. Following up ANOVA results, second order polynomial fitting of the evolution of the different variables over the range of force levels showed an inverted-U shape pattern for the signal-to noise ratio and the reaction times, whereas the perturbation down and the complexity followed a U pattern. All peaks were aligned around 40 % of the MVC (see Figure 1).

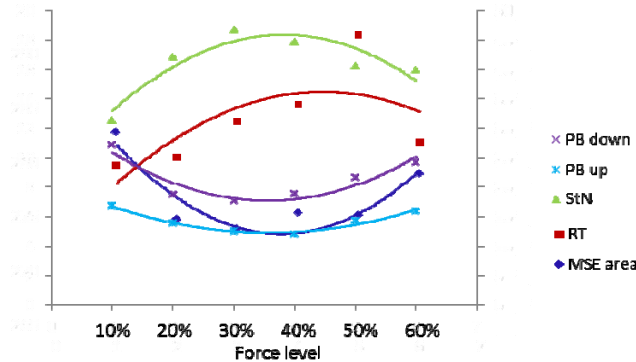


Figure 1. Co-variation of efficiency (StN), complexity (MSE area), reaction times (RT), and relative amplitudes of the perturbations up (PB up) and down (PB down) over the range of force levels.

Discussion

For all variables, except for the relative amplitude of perturbation up, we confirmed the hypothesis of nonlinear evolution over the range of force levels. The correspondence of the optima confirmed the co-variation of the variables. Consequently, highest attentional effort was related to highest efficiency and lowest complexity. In line with findings in our previous paper (Vieluf et al., 2015) for lower scales, efficiency and complexity showed opposing developments. Slifkin and Newell (1999) suggested that optimal information processing interrelates with specific changes in motor-unit recruitment, i.e., increase in force level up to 30-40% are realized by adding motor units and beyond this level the discharge rate of the motor units is increased. In combination with this we assume an optimal organization of underlying control processes, including cognitive effort targeted to the task as one of them, at this level, that accordingly leads to a nonlinear evolution of variables characterizing behaviour. The idea of two independent perturbations is supported by the different evolutions of amplitude over the range of force levels. The perturbation up had the same amplitude for all levels. We assume that this part reflects the hand-foot coupling during the reaction. The evolution of the relative amplitude of the perturbation down suggests that the highest adaptability, i.e. smallest perturbation amplitude, is related to the optimal state of the sensorimotor system.

Conclusion

In sum our results confirm that the system underlying the force control shows signatures of a nonlinear dynamic system with a range of optimal functioning at intermediate force levels. The findings suggest that sensorimotor, muscular, and the cognitive systems interact during force control in a way that the highest efficiency is related to highest attentional costs. This underlines the strong coalition of cognitive involvement and sensorimotor control processes in functional synergies during force control tasks.

References

- Clark, B. C., & Manini, T. M. (2008). Sarcopenia ≠ dynapenia. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 63(8), 829-834.
- Slifkin, A. B., & Newell, K. M. (1999). Noise, information transmission, and force variability. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 25(3), 837-851.
- Vaillancourt, D. E., & Newell, K. M. (2002). Changing complexity in human behavior and physiology through aging and disease. *Neurobiology of aging*, 23(1), 1-11.
- Vieluf, S., Temprado, J. J., Berton, E., Jirsa, V. K., & Sleimen-Malkoun, R. (2015). Effects of task and age on the magnitude and structure of force fluctuations: insights into underlying neuro-behavioral processes. *BMC Neuroscience*, 16(1), DOI 10.1186/s12868-015-0153-7.
- Zijdewind, I., van Duinen, H., Zielman, R., & Lorist, M. M. (2006). Interaction between force production and cognitive performance in humans. *Clinical Neurophysiology*, 117(3), 660-67.

Concepts and methods to study the effect of ageing on neuro-muscular coordination

Carlijn A. Vernooij¹, Guillaume Rao¹, Dionysios Perdikis^{2,3}, Raoul Huys², Viktor K. Jirsa², Jean-Jacques Temprado¹

¹ Aix-Marseille Université - Institut des Sciences du Mouvement, Marseille

² Aix-Marseille Université - Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale, Marseille

³ Max Planck Institute for Human Development, Berlin

carlijn.vernooij@univ-amu.fr

The human neuro-musculo-skeletal system is composed of multiple interacting subsystems that constitute an abundance of a priori independent degrees of freedom (DoF) to be coherently coordinated when producing goal-directed behaviours. Bernstein's assumption was that the control of behaviour does not rely on the separate control of individual components (typically muscles or joints), but that they are grouped into coordinative structures that act as functional units. This has been echoed by proponents of the so-called Coordination Dynamics (CD; e.g. Kelso 2009) theory: a conceptual framework, which hypothesise that the system transiently assembles and dismantles its functional components to (self-) organise into temporary stable regimes to meet different task demands. Strikingly, the question of how the muscles are coordinated has never been directly addressed in the CD approach. This is striking, as the muscular interface between brain and behaviour is a complex system and there exist multiple curvilinear relationships between muscle activation (measured by EMG) and joint kinematics. Consequentially, specific joint kinematics can be produced by a different set of EMG. Thus, whether a dynamical (re)organisation of muscles exists and whether it is captured by a measure of the neural command to the muscle (EMG) is not obvious.

To address this, we have recently studied the flexible coordination of muscles in young adults. Using a cyclical Fitts' task (cf. Huys et al., 2010), we studied neuro-muscular coordination from a CD framework. By applying the principles of this concept to the relationship between muscular coordination and behaviour, we advanced in incorporating the muscular system in the brain-behaviour relationship.

We provide evidence supporting a reorganisation of muscular patterns in parallel to phase transition at behavioural level. We applied two commonly used methods on EMG to study muscular coordination patterns: principal components analysis (Daffertshofer et al., 2004) and muscle synergies (De Marchis et al., 2013). The coordination of muscular patterns corresponding to the different behavioural dynamical regimes and, more interestingly, around the transition between these regimes were studied by extracting muscle synergies from, or applying PCA on, the whole set of muscular activations and we examined any reorganisation in the extracted muscular coordination patterns. Additionally, we identify signatures of phase transitions at muscular level. Current analyses used to examine coordination dynamics concentrate on the structure of variability. Classically, an increase in variability is seen around the moment of transition between regimes caused by the disassembly and re-assembly of the functional elements of the system. A method to assess variability in a system composed of multiple components is by studying the dynamics of the functional connectivity between elements (FCD), recently examined study variability in BOLD activity among brain areas (e.g. Hansen et al., 2015). We have extended the use of this method, for the first time to our knowledge, to EMG analysis in order to assess variability of muscular patterns dynamics.

This approach becomes even more interesting when looking at the ageing population. Dynapenia, the loss of muscular power and strength over ageing, affects over half of 80 year olds and includes significant structural and functional changes in efferent nerve fibres (neural effect), and muscle atrophy, muscle fat gain, and motor unit remodelling (peripheral effect, i.e. Clark & Manini, 2012).

Therefore, the coordination of muscles must be greatly affected by ageing, even more so when considering the loss of complexity and dedifferentiation in brain and behaviour (Sleimen-Malkoun et al., 2014). This opens the door to considering mutual influences between peripheral and neural contributions. The question remains open whether and how ageing is associated with reorganizations of muscular patterns and how they correlate to changes in behavioural dynamics.

Here we aim to address the effect of ageing on neuro-muscular coordination using the methods targeted for identification of reorganisations described above. By comparing the results we found in young subjects and elderly subjects, we show the effect of ageing on muscular coordination. Regarding variability in muscular control, the FCD informs about the level of dedifferentiation, loss of complexity, and motor unit remodelling that is accompanied by ageing when complex or precise tasks are executed or over the course of a transition between dynamical regimes. Regarding muscular activation patterns, age-related alterations caused by dynapenia will likely affect the muscle synergies and principle components available and how they are organised. How this affects movement adaptability could thus be examined by tracking the repertoire of muscular activation patterns and their coordination over task performance.

References

- Clark, B.C., & Manini, T.M. (2012) What is dynapenia?. *Nutrition*, 28(5), 495-503.
- Daffertshofer, A., Lamoth, C.J.C., Meijer, O.G., & Beek, P.J. (2004). PCA in studying coordination and variability: a tutorial. *Clinical Biomechanics*, 19, 415–428.
- De Marchis, C., Schmid, M., Bibbo, D., Castronovo, A.M., D'Alessio, T., & Conforto, S. (2013). Feedback of mechanical effectiveness induces adaptations in motor modules during cycling. *Frontiers in Computational Neuroscience*, 7, Article 35.
- Hansen, E.C.A., Battaglia, D., Spiegler, A., Deco, G., & Jirsa, V.K. (2015). Functional connectivity dynamics: Modeling the switching behavior of the resting state. *Neuroimage*, 105, 525–535.
- Huys, R., Fernandez, L., Bootsma, R.J., & Jirsa, V.K. (2010). Fitts' law is not continuous in reciprocal aiming. *Proceedings of the Royal Society: Biological Sciences*, 277, 1179–84.
- Kelso, J.A.S. (2009) Synergies: atoms of brain and behavior. *Advances in Experimental Medicine & Biology*, 629, 83-91.
- Sleimen-Malkoun, R., Temprado, J.J., & Hong, S.L. (2014). Aging induced loss of complexity and dedifferentiation: Consequences for coordination dynamics within and between brain, muscular & behavioral levels. *Front Aging Neuroscience*, 6, Article 140.

SYMPOSIUM N°9

***Pluri-, Inter-, Transdisciplinarité en STAPS : Illustration
autour du concept d'Ecologie***

(Coord. : Ludovic Seifert)

Pluri-, Inter-, Trans-disciplinarité des recherches en STAPS : Illustration autour du concept d'Écologie

Ludovic Seifert¹

¹ EA 3832 « Centre d'Etude et des Transformations des Activités Physiques et Sportives »,
UFR STAPS, Université de Rouen
ludovic.seifert@univ-rouen.fr

Les recherches en STAPS se font à travers différentes disciplines issues des sciences de la vie et des sciences humaines et sociales, majoritairement en relation avec les activités physiques et sportives, les loisirs et les pratiques corporelles. Néanmoins, ces disciplines ne collaborent pas aisément et régulièrement pour étudier comment le corps est mis en jeu sous ses différentes formes. Ce symposium vise à explorer comment le concept d'écologie pourrait permettre de faire collaborer des chercheurs issus de ces disciplines autour d'une écologie humaine (approches sociales et culturelles de l'environnement), d'une écologie corporelle (Andrieu, 2013 ; Andrieu & Sirost, 2014 ; Sizorn, 2013) et dynamique (*Ecological Dynamics* ; Araújo, Davids, & Hristovski, 2006; Davids, Araújo, Seifert, & Orth, 2015; Seifert, Button, & Davids, 2013). Pour ce faire, ce symposium regroupe 5 présentations : la première présentation montrera que ces trois formes d'écologie peuvent s'entendre comme une analyse multi-scalaire : au niveau micro, l'écologie corporelle ; au niveau méso, le couplage individu/environnement ; au niveau macro, par l'étude des mécanismes de construction d'une nature sociale et culturelle. Les trois présentations suivantes montreront que ces trois échelles d'analyse du concept d'écologie permettent d'appréhender différemment et à travers différentes disciplines les relations qu'un individu a avec son environnement. *L'écologie corporelle* s'intéresse aux processus d'incorporation de l'environnement, notamment: naturisme, immersion et émergence (Andrieu, 2013 ; Andrieu & Sirost, 2014). L'approche *Ecological Dynamics* du contrôle et de l'apprentissage du mouvement postule pour une causalité circulaire entre l'individu et environnement, faisant de ce couplage la plus petite unité d'analyse des boucles de perception-action pour interagir avec l'environnement. Dans *l'écologie humaine*, les sciences sociales s'emploient à analyser les relations que l'homme entretient avec son environnement. Les activités physiques et sportives offrent un terrain de choix pour interroger nos manières de « faire avec de l'espace » (Stock, 2007) dans un contexte de diversification des modes de vie, d'accroissement de la mobilité et de remise en cause des cosmogonies (Callède et al., 2014). Enfin, la dernière présentation discutera et questionnera les perspectives pluri-, inter- et trans-disciplinaires envisagées dans les présentations précédentes et envisageables pour l'avenir des recherches en STAPS.

Références

- Andrieu, B. (2013). Le corps en 1^{er} personne. Une écologie prémotrice. *Science & Motricité*, 81
- Andrieu, B., Sirost, O. (2014). L'écologie corporelle. *Société*, 125
- Araújo, D., Davids, K., & Hristovski, R. (2006). The ecological dynamics of decision making in sport. *Psychology of Sport and Exercise*, 7(6), 653–676.
- Callède, J.-P., Sabatier, F. & Bouneau, C. 2014. Sport, Nature et Développement durable. Une question de génération ? Pessac: éd. MSHA.
- Davids, K., Araújo, D., Seifert, L., & Orth, D. (2015). Expert performance in sport: An ecological dynamics perspective. In J. Baker & D. Farrow (Eds.), *Handbook of Sport Expertise* (pp. 273–303). London, UK: Taylor & Francis.
- Seifert, L., Button, C., & Davids, K. (2013). Key properties of expert movement systems in sport : an ecological dynamics perspective. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 43(3), 167–78.

Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23329604>

Sizorn, M. (2013). Trapézistes. Ethnosociologie d'un cirque en mouvement, Rennes: PUR.

Stock, M. , 2007. Théorie de l'habiter. Questionnements, in Lussault M., Paquot, T. et Younes, C. (Eds.) Habiter, le propre de l'humain, villes, territoires et philosophie, Paris : La Découverte, p. 103-125.

Liste des communications associées au symposium :

- Les trois écologies et les sciences du sport (Olivier Sirost, CETAPS, Université Rouen).
- Ecologies corporelles dans les activités circassiennes : dialogues entre approches neuro-phénoménologique et sociologique (Bernard Andrieu & Magali Sizorn, CETAPS, Université Rouen).
- Ecological dynamics framework of sport performance (Duarte Araujo, Ludovic Seifert & Régis Thouvarecq ; SPER, Université de Lisbonne ; CETAPS, Université Rouen).
- L'expérience sportive comme médiateur des relations hommes-milieus : apport de l'écologie humaine (Barbara Evrard, Olivier Sirost, Charly Machemehl & Damien Féménias, CETAPS, Université Rouen).
- Quelle place pour le concept d'écologie dans les pratiques pluri/interdisciplinaires en Science(s) du Sport en Europe ? (Jean Camy, CRIS, Université de Lyon).

Les trois écologies et les sciences du sport

Olivier SIROST

CETAPS EA 3832, Faculty of Sport Sciences, University of Rouen, France.

olivier.sirost@univ-rouen.fr

A l'instar de la technologie et de la didactique, l'écologie offre un cadre d'articulation pluridisciplinaire autour d'un même objet. La mutation des activités physiques et de leurs cadres de pratiques provoque une crise de sens des anciens paradigmes inhérents aux STAPS. Les sciences de l'habitat et de l'habiter (oikos) offrent une opportunité nouvelle d'observer transformations contemporaines des APSA mais aussi d'articuler les disciplines scientifiques mères. C'est ce que proposait en son temps déjà Jacques Ulmann (1987) en montrant combien les pratiques de l'éducation physique sont travaillées par les conceptions de la nature.

Un outil de diagnostic

A de multiples reprises, les références à l'écologie (politique ou scientifique) ont servi de point d'ancrage à l'observation de changements profonds concernant les APSA. Les travaux relatifs à l'engouement pour les pratiques sportives de nature se manifestant dès les années 1950 via une culture californienne, fun, de glisse, contestataire et s'inscrivant dans la montée en puissance d'une politique verte sont légion. Dans les années 1980, Christian Pociello distingue déjà une *écologie dure et une écologie douce* qui agissent intrinsèquement dans le renouvellement des pratiques sportives. En 1987, Antoine Maurice (Le surfeur et le militant) démontre que les mouvements alternatifs incarnés par les réseaux de surfeurs portent l'idéal d'un nouveau politique en Europe. Les frères de Rosnay vont quant à eux allier sport et science dans une même révolution écologique qui porte à la fois l'avènement des écosports et la promotion de l'analyse systémique. Mais cette transformation se loge également dans une organisation corporelle parfois inconsciente, parfois dont l'intensité déborde la conscience (Apter, 1992 ; Zuckermann, 2006). Les travaux originaux sur les pratiques somatiques ont marqué les STAPS dès la fin des années 1970 s'orientant vers l'analyse de logiques d'écologisation.

Les années 1990 sont propices à l'analyse de la montée en puissance des sports en milieu urbain. Les chercheurs redécouvrent alors les travaux classiques de l'écologie urbaine américaine où les schèmes ludique et aventureux surpassent la référence classique au sport moderne. Les dénominations du sport libre, auto-organisées ou informelles remettent en perspective dans un même dialogue la relation entre la pratique et les milieux. Ce changement de paradigme touche les sciences sociales, les sciences du comportement comme les sciences de l'intervention en STAPS. Approches écologiques du couplage perception-action (dans la lignée de Gibson), action située en EPS, ou co-naissance du milieu et de la pratique (explorant par exemple la phénoménologie) démontrent bien un changement paradigmatique qui traverse les disciplines scientifiques.

Un cadre d'analyse propice aux influences disciplinaires conjointes

Déjà à la fin du 19^e siècle, le passage de la philosophie à la psychologie scientifique impulsé par Théodule Ribot dessinait intuitivement une écologie du corps fondée sur l'analyse des sensations et de la vie mentale. Ce passage à la psychologie scientifique a fortement influencé l'histoire des mentalités développée dans le cadre de l'école des annales, comme la pensée mythique propre aux travaux de l'anthropologie française ou les rapports à l'espace et à la mémoire dans la sociologie post-durkheimienne (Sirost, 2016). En ce qui concerne les STAPS, les initiatives encore dispersées du réseau Sport nature, d'analyse du développement durable, de réexamen des processus d'apprentissage ou de production de la performance dessinent un tel changement. Les nombreux

travaux anglo-saxons sur la question démontrent désormais les liens directs entre pratiquants sportifs et diffuseurs ou concepteurs de ce cadre écologique (par exemple, Taylor, 1997). Cependant, et en dépit d'un même élan, les niveaux de signification d'un tel changement paradigmatique sont pluriels.

Les trois écologies

Félix Guattari (1989) distingue trois écologies : environnementale (scientifique), sociale (en opposition à la mondialisation) et mentale (réhabilitant le sujet). L'ensemble compose une écologie ethico-politique. De la même manière, les historiens de l'écologie (Acot, 1998 ; Larrère, 1997) discriminent trois grands courants originels. Ainsi les approches biocentriques (nature en soi), écocentriques (interdépendance), et pragmatiques (homme centre des valeurs) démontrent des approches complémentaires de la question. En suivant ces analyses on peut alors dégager une écologie corporelle, une écologie environnementale et une écologie relationnelle afin d'analyser les dynamiques propres aux APSA. C'est ce défi qui fera l'objet de la présente communication. Un autre enjeu consistera à développer des outils empruntés à l'écologie pour questionner le sport et les pratiques corporelles.

References

- Acot, P. (1998). *The European Origins of Scientific Ecology*, GIB/EAC.
- Apter, M. (1992). *Dangerous Edge: The Psychology of Excitement*, The Free Press.
- Guattari, F. (1989). *Les trois écologies*, Paris, Galilée.
- Larrère, C. (1997). *Les philosophies de l'environnement*, Paris, PUF, collection "Philosophies".
- Pociello, C. (1987). *Un nouvel esprit d'aventure. De l'écologie douce à l'écologie dure*, Esprit.
- Sirost, O. (2016). French sensory ethnography origins, *The Senses and Society* (11)2.
- Taylor, H. (1997). *A claim on the countryside. A history of the british outdoor movement*, Keele University Press.
- Ulmann, J. (1987). *La nature et l'éducation. L'idée de nature dans l'éducation physique et morale*, Paris, Klincksieck.
- Zuckerman, M. (2006). *Sensation Seeking And Risky Behavior*, American Psychological Association.

Ecological dynamics framework and sport performance

Duarte Araújo¹, Ludovic Seifert² & Régis Thouwarecq²

¹ SPERT Lab, Faculty of Human Kinetics, Technical University of Lisbon, Portugal ; ² CETAPS EA 3832, Faculty of Sport Sciences, University of Rouen, France.

daraujo@fmh.ulisboa.pt

The *Ecological Dynamics* theoretical framework sustains a scientific approach to the study of neurobiological systems behaviour, namely those processes related to action, perception and cognition. Ecological dynamics framework provides a systems orientation for the theoretical analysis of behaviours of athletes and sports teams over different timescales (performance, learning and development), conceptualised as complex adaptive systems (Davids et al., 2014). In this research endeavour, key concepts from ecological psychology and nonlinear dynamics are combined, in order to enhance understanding of performance, learning and expertise in sport, to aid the enhancement and transfer of adaptive human behaviours (Araújo et al., 2006). Ecological Dynamics is a viable theoretical framework for studying sport performance because it has a different point of view in comparison to traditional approaches to expert performance in sport, which uniquely focus on the *performer and the environment separately*. Instead, Ecological Dynamics identifies key properties of expertise in sport predicated on the *performer-environment system as the appropriate scale of analysis* (Seifert, Button, & Davids, 2013).

A major aspect of Ecological Dynamics is James Gibson's theory of ecological psychology, at the heart of which is systems thinking, emphasising continuous organism-environment functioning as the relevant scale of analysis for understanding human behaviours in performance environments. In ecological psychology the continuous regulation of human behaviour is predicated on the role of information (e.g., optical, proprioceptive, haptic) that emerges from the individual-environment system to continuously guide activities like dribbling with a ball or intercepting a moving target (Gibson, 1979). This conceptualisation of information differs greatly from traditional psychological connotations, which regarded that sensory systems yielded information from an environment, which was ambiguous and impoverished, needing interpretation with cognitive processes such as memory, attention and anticipation. In contrast, ecological psychology emphasises that *knowledge of* an environment underpins actions and is directly gained through perception without mediation by internalised representations. Gibson's (1979) theory of direct perception proposes that perception is an act, emphasising that it is an active process in which perceptual and action systems function in a highly reciprocal and cyclical manner. A key concept of ecological psychology is *affordances*, which are opportunities for action for performers offered by a performance environment. Performers become attuned to affordances through learning and experience (Gibson, 1979). These ideas from ecological psychology have been interpreted to suggest that with extensive practice and experience, an individual and a performance environment become ever more adjusted as dynamical, self-organising systems coupled by information (Araújo et al., 2006). In this performer-environment system, intentional behaviours, such as those observed in interactions of athletes in team sports, emerge from a process of exploration and learning before being stabilised into functional action patterns. When a team games player performs an action, such as dribbling with a ball through a gap between two defenders, this behaviour reveals properties perceived with respect to the performance environment (distances to the defenders and the distance between them) and the individual performer's own action capabilities (e.g., speed, power, technical skill). The outcome of such exploratory actions reveal relevant information about what the gap between the defenders *affords*, given the specific functional capacities of the performer. Exploratory movements in a performance environment are essential for perception and action to become tightly coupled during learning. Therefore, in a performance environment, the most significant information sources that constrain athlete behaviours are *affordances*, which provide opportunities for action offered by each individual's perception of functional relations with a performance environment (Gibson, 1979).

This information-based approach has been enhanced with the integration of tools and concepts from

nonlinear dynamics to explain how information is cyclically related to the dynamics of a performance environment (Kelso, 1995). Dynamical systems theory provides a conceptual framework for understanding the emergence of coordination tendencies that exist between, and within, system components and levels of complex neurobiological systems at multiple levels (e.g., from behaviour to brain). Physical principles and concepts from nonlinear, dissipative, self-organizing systems explain coordination dynamics as a natural process of pattern formation in neurobiological systems. In particular, stability in neurobiological complex systems is ensured by a constant flow of energy, consisting of the exchanges of information between the system and its environment. More broadly, the constant exchange of matter, energy, or information through continual and circular interactions between a system and its environment revealed self-organisation, i.e., assemblage and implementation of the components by the system itself without prescription from a higher-order system. From there, dynamical systems theory seeks to explain and predict how patterns of coordination emerge, adapt, persist, and change in humans considered as integrated complex systems (Kelso, 1995). Organisation in neurobiological systems is both facilitated and bounded by interacting constraints, which shape the dynamics of emergent behaviours. Constraints on behaviours include task, performer and environmental factors. The unpredictable nature of the environment and the many individual differences that exist in personal characteristics and functions of athletes signify that indeterminate solutions exist for many tasks in sport. This idea emphasizes the circular causality of the relationship between each individual and a performance environment, mediated by brain and behaviour, and processes of perception and action (Kelso, 1995). The causality between brain and behaviour, and between processes of perception and action, is not linear but cyclical (Gibson, 1979), as the individual continuously constructs goal-directed interactions with a performance environment. From this perspective, expertise in sport is the continuous functional adaptation of behaviours to a set of interacting constraints in order to exploit them to the fullest in achieving specific intended performance goals (Seifert et al., 2013).

Additionally, in an Ecological Dynamics framework, the concept of representative design underpins the organisation of experimental and learning environments so that observations and task goal behaviours emerge constrained by specific characteristics of performance environments (Brunswik, 1956). The representative design framework provides guidance for the development of ecological constraints that best reflect continuous performance interactions of athletes and performance environments, and the role of variability during these interactions. This is an important feature of skill transfer in complex adaptive systems, since it ensures that cognitions, perceptions and actions used to regulate behaviour in one performance context (e.g., a practice environment) can have explicit criteria to generalise and underpin performance in another context (competitive performance environments).

References

- Araújo, D., Davids, K., & Hristovski, R. (2006). The ecological dynamics of decision making in sport. *Psychology of Sport and Exercise*, 7(6), 653–676.
- Brunswik, E. (1956). *Perception and the representative design of psychological experiments*. Berkeley, CA, USA: University of California Press.
- Davids, K., Araújo, D., Seifert, L., & Orth, D. (2015). Expert performance in sport: An ecological dynamics perspective. In J. Baker & D. Farrow (Eds.), *Handbook of Sport Expertise* (pp. 273–303). London, UK: Taylor & Francis.
- Davids, K., Hristovski, R., Araújo, D., Balague Serre, N., Button, C., & Passos, P. (2014). *Complex systems in sport*. London, UK: Routledge, Taylor & Francis Group.
- Gibson, J. (1979). *The ecological approach to visual perception*. Boston: Houghton Mifflin.
- Kelso, J. A. S. (1995). *Dynamic Patterns: the self-organization of brain and behavior*. Cambridge, MA: MIT.
- Seifert, L., Button, C., & Davids, K. (2013). Key properties of expert movement systems in sport : an ecological dynamics perspective. *Sports Medicine*, 43(3), 167–78.

**Écologies corporelles dans les activités circassiennes :
Dialogue entre approches neuro-phénoménologique et sociologique**

Bernard Andrieu & Magali Sizorn

CETAPS EA 3832, Faculty of Sport Sciences, University of Rouen, France

bernard.andrieu@univ-rouen.fr

magali.sizorn@univ-rouen.fr

Cette communication propose un dialogue entre deux chercheurs investissant le même terrain : celui du cirque, ou plus particulièrement, les expériences corporelles des artistes de cirque aujourd'hui.

En sociologie, compréhensive et pragmatique (Heinich, 1998), la démarche vise à rendre compte des raisons d'agir des acteurs à partir d'observations et de recueils de discours (spontanés ou suscités). Cette communisation reviendra sur des enquêtes (Sizorn, 2013) au cours desquelles la notion d'écologie a permis de penser ensemble des modèles ou usages du corps et des modes de vie revendiquant des alternatives, qu'elles soient artistiques, techniques ou politiques. Dès lors, l'analyse n'est pas seulement centrée sur ce qui se joue corporellement, notamment dans la rencontre du cirque et d'autres pratiques corporelles (danse contemporaine, pratiques somatiques...). Il s'agit certes de partir du corps, de ce qu'en font et en disent les acteurs, mais surtout d'analyser ce que ces usages du corps font et disent du rapport au monde, aux valeurs à l'œuvre. Ces valeurs peuvent être rassemblées sous le vocable « écologie », sans pour autant que le mot soit utilisé par les acteurs sociaux. Le concept d'écologie n'est alors pas tant utilisé comme un concept structurant un paradigme scientifique ou permettant de circonscrire un cadre théorique, mais plutôt comme un outil d'investigation méthodologique, permettant d'observer comment se développe une « culture écologique » dans les mondes circassiens contemporains. Cette culture marque les artistes dans leur chair, porte les acteurs sociaux dans leurs pratiques artistiques comme dans leurs relations sociales ou engagements collectifs.

En neurophénoménologie, l'écologie corporelle s'intéresse aux processus d'incorporation de l'environnement, notamment: naturisme, immersion et émergence (Andrieu, 2013 ; Andrieu & Sirost, 2014). L'émergence (Andrieu, 2015a, 2015b) analyse l'émergence du corps vivant dans la conscience du corps vivant. L'activation et l'auto-régulation du corps vivant produits des informations dans le cours même de l'écologisation spontanée nécessaire pour vivre et agir au quotidien. Pour autant le corps vivant, qui ne cesse de fonctionner en nous, ne nous informe pas par une sensation consciente : il éveille en nous des sensations par l'activation de notre sensibilité nerveuse et de notre inconscient corporel. L'analyse des gestes du vivant, avec le recueil de *data in vivo* activées, à l'instar de la neurophénoménologie de F. Varela, dans le corps, est possible aujourd'hui à partir du niveau d'activation et d'écologisation du corps avec ses environnements. Le corps vivant agit en nous sans nous, sans personne pour nous manipuler de l'intérieur. Nous ne sommes pas non plus conscient en direct avec ce qui se passe dans notre corps vivant. Ce dernier nous écologise sans cesse en se modifiant en interne et en autorégulant la qualité de ce qui nous donne à percevoir de nous-mêmes à travers ce que nous appelons le vécu. Le vécu n'est que la perception limitée et subjective du vivant.

En disposant la camera sur l'instrument, le plan révèle le corps dans ses habiletés et postures d'action mais disposée sur le corps (poitrail, front) ou sur les membres se voit une typologie écologique de gestes différents (Andrieu, 2014):

- les mouvements inconscients du schéma corporel qui s'activent pour restaurer l'équilibre, réagir à un changement, reprendre son souffle et éviter un obstacle. Ledoux a pu montrer comment les émotions primaires entre 80 ms et 180 millisecondes produisent une réponse motrice plus rapide que celles qui sont corticalisées. Le niveau inconscient de gestes réflexes : autoconfronté aux images de la réception de son voltigeur José Luis, le porteur Jonathan nous confie que c'est la première fois qu'il voit les gestes réflexes de protection de son corps vivant qu'il effectue inconsciemment. Avant le visionnement, lorsqu'on lui a demandé de faire le récit de son corps vécu,

il n'en fit aucunement mention. C'est la caméra, fixée sur la poitrine de son partenaire, qui révèle les temps de réaction très écologiques du corps vivant de Jonathan.

- Les mouvements involontaires mais habituels si incorporés par les techniques du corps lors des entraînements et exercices répétés que les automatismes semblent relever d'une intentionalité corporelle ; le corps semble les réaliser sans qu'il s'en rende compte. Les gestes incorporés devenus automatiques : pour sa part, Juan a depuis longtemps automatisé les impulsions motrices nécessaires à la réalisation de la roue, au point de ne prêter attention qu'au placement de ses mains au sol. Les mouvements de ses hanches sont automatiques, et l'enregistrement vidéo est nécessaire pour lui révéler son action et les ajustements effectués.

- Les gestes volontaires et conscients qui reposent sur une préparation mentale et une représentation cognitive avant même l'action. Les gestes conscientisés : Chloé, dans un travail à la corde, nous confie rechercher la sensation de poids dans la corde pour ressentir le bien être de la technique : c'est à cette condition de mobilisation de l'attention qu'elle peut engager la décision de changer de posture et de s'enrouler dans la corde pour éviter la chute ou créer un nouveau mouvement.

Ce dialogue, entre un philosophe et une sociologue, sera l'occasion d'analyser comme la notion d'écologie corporelle recouvre des usages scientifiques divers : cadre théorique définissant un nouveau paradigme scientifique pour l'un ; objet d'étude recouvrant des usages sociaux du corps définissant un nouveau paradigme corporel et esthétique pour l'autre.

References

Andrieu, B. (2013). Le corps en 1^{er} personne. Une écologie pré-motrice. *Science & Motricité*, 81

Andrieu, B. (2014). *Donner le vertige. Les arts Immersifs*, Montréal, Liber edition.

Andrieu, B. (2015a). From Phenomenology to Emersiology : The birth of living body in the philosophical research in France among 1990, "*Study on Arts and Principles of Body-Mind Transformation*," 4.

Andrieu, B. (2015b). « Avoir son génie dans les pieds ». L'émersologie des sensations kinesthésiques dans son corps, *Revue Française du Yoga*, 51, 169-180.

Andrieu, B., Sirost, O. (2014). L'écologie corporelle. *Société*, 125.

Heinich, N. (1998). *Ce que l'art fait à la sociologie*. Paris : Minuit.

Sizorn, M. (2013). *Trapézistes. Ethnosociologie d'un cirque en mouvement*. Rennes : PURH.

L'expérience sportive comme médiateur des relations hommes-milieus : apport de l'écologie environnementale

Barbara Evrard, Olivier Sirost, Charly Machemehl, Damien Féménias

Laboratoire CETAPS (EA 3832), Normandie Université, UFR STAPS
barbara.evrard@univ-rouen.fr

Introduction

Nous considérons qu'il existe une relation systémique complexe entre le corps et le « milieu ». Matrices phénoménologiques et empreintes physiques s'influencent mutuellement (Berque A., 2000). Cette relation est à la fois subjective et objective, physique et phénoménale. La relation d'une société à l'espace et à la nature ne peut s'analyser et se comprendre qu'en considérant sa relation ambivalente (physique et phénoménologique). Quel est alors le sens de la relation entre les pratiquants de loisirs en milieu naturel et les espaces qu'ils investissent ?

Les activités récréatives de nature, pratiques privilégiées et délibérément choisies, constituent des manières « de faire avec de l'espace » (Stock, 2007). Elles sont, à ce titre, particulièrement fécondes pour comprendre les représentations des milieux naturels, leur signification pour les pratiquants, la façon dont ils les utilisent et les valeurs qu'ils y projettent.

Mais ces espaces naturels sont aussi devenus des outils économiques et sociaux pour les pouvoirs publics. Les étudier nous renseigne alors sur les valeurs sociétales des milieux naturels et sur les projets politiques dont ils font l'objet (par leur valorisation et leur aménagement principalement).

A partir des études menées par l'équipe sur les usages récréatifs de l'estuaire de Seine, nous verrons que comprendre et caractériser les relations entre les pratiquants et leurs milieux nécessite de mobiliser différentes disciplines (sociologie, géographie et ethnologie).

Corpus mobilisé

Cette communication s'appuie sur les données de quatre enquêtes financées par le Groupement d'Intérêt Public Seine-Aval (GIPSA) dans le cadre de deux programmes scientifiques complémentaires (Usages récréatifs et Sequana).

La démarche d'enquête adoptée multiplie les prises sur l'objet et les interlocuteurs, afin de reconstruire les formes de médiations à l'oeuvre et de multiplier les comparaisons en recourant à la démarche typologique (Schnapper, 1999). 4153 questionnaires et 80 entretiens ont été recueillis au cours de ces différentes enquêtes (tableau 1).

Tableau 1 : Corpus recueillis par enquête.

Enquête	Usages nautiques	Berges	Embouchure	BPAL	24h motonautiques
Année	2007	2009	2010	2010	2011
Entretiens	15	18	29	12	6
Questionnaires	523	1070	1212	1221	127
Observations	participantes	ethnographiques			

Des pratiques aux médiations

L'estuaire de la Seine (de Poses au Havre en Haute-Normandie), abrite une population majoritairement urbaine concentrée dans deux agglomérations principales : Rouen et Le Havre qui abritent deux Grands Ports Maritimes. Cet estuaire se présente comme un système de villes (Brocard M. et Lévêque C., 1996) interconnectées entrecoupées de zones de nature restaurées ou protégées de la ville et de ses industries (Parc Naturel Régional des Boucles de la Seine Normande, Réserve Naturelle de l'Estuaire, bases de loisirs, etc.). Si l'estuaire de Seine constitue un axe stratégique

cohérent sur le plan économique, les enquêtes montrent que les spots de pratique composent un ensemble hétérogène et discontinu de paysages et de territoires vécus.

Les loisirs sportifs sont des formes d'appropriation qui participent activement à l'invention des cadres de vie et à leur (re)définition. L'estuaire des sportifs révèle les rapports complexes et contradictoires entre les urbains et les espaces naturels. Les cadres de pratique, loin d'être toujours promus par les pouvoirs publics, sont parfois tolérés, mais peuvent aussi avoir été obtenus de haute lutte, quand ils ne sont pas braconnés.

L'estuaire des loisirs rassemble des activités très diversifiées sur un espace à la fois vaste, très inégalement fréquenté, et discontinu. L'analyse des données alliant un regard sociologique et géographique montre une diversité de médiations territoriales à l'œuvre, dont on peut rendre compte à l'aide d'une typologie, en croisant deux variables (tableau 2).

Tableau 2 : Médiations territoriales reconstruites à partir de l'analyse des pratiques au sein de l'estuaire de Seine

Médiations territoriales		Emplacement des spots de pratique	
		En marge du corridor économique	Empiètement sur le corridor économique
Attitudes face aux aménagements	Consensus ou consentement des populations pratiquantes	1. Dispositifs de nature équipés et promus pour les loisirs des urbains (BPAL, Quais, véloroute)	2. Natures interstitielles détournées, usages discrets, loisir tolérés (nautisme, ports de plaisance)
	Résistances aux projets d'aménagements	4. Natures dégradées et braconnées, usages « secrets » (pêches, VTT en terrain vagues)	3. Natures disputées, arrachées par mesures compensatoires (Réserve Naturelle de l'estuaire, PNSRBSN)

On peut d'abord différencier les spots de pratique à partir du niveau de consensus qui les définit dans leur fonction récréative et, d'autre part, à partir de leur emplacement, selon qu'il empiète ou non sur les espaces jugés stratégiques pour le développement économique. Quatre formes de construction du cadre de vie par les loisirs sportifs se dégagent, qui intègrent l'ensemble des cas observés et proposent une lecture des médiations territoriales à l'échelle d'un système de villes.

Il existe actuellement des politiques publiques actives qui pensent et agissent fortement sur les espaces naturels périurbains dans leur dimension récréative (cas 1). On voit aussi qu'il existe, par contraste, des natures sur lesquelles les pouvoirs publics n'interviennent encore que très peu, tout au moins dans leur dimension récréative : on peut qualifier ces natures périurbaines d'abandonnées, dans la mesure où les usagers y sont livrés à eux-mêmes (cas 2). Comprendre les interactions entre les usagers et leur milieux, c'est donc à la fois éclairer les décisions des pouvoirs publics, mettre en lumière des phénomènes méconnus ou ignorés, mais aussi croiser les préoccupations d'autres chercheurs en sciences du sport ou issus d'autres disciplines scientifiques en prise avec les espaces naturels (entomologie, microbiologie, urbanisme, etc.) scientifiques en prise avec les espaces naturels (entomologistes, écologues, aménageurs et urbanistes notamment).

References

- Berque, A. (2000), *Médiance. De milieux en paysages*, Paris, Belin.
- Brocard, M., Lévêque, L. (1996), *Atlas de l'estuaire de la Seine*, Rouen, PUR.
- Schnapper D. (1999), *La compréhension sociologique*, Paris, PUF.
- Stock, M. (2007). Théorie de l'habiter. Questionnements, in Lussault M., Paquot, T. et Younes, C. (Eds.) *Habiter, le propre de l'humain, villes, territoires et philosophie*, Paris : La Découverte, 103-125.

Quelle place pour le concept d'écologie dans les pratiques de la pluri/interdisciplinarité en Science(s) du Sport en Europe ?

Jean Camy¹

¹ Centre de Recherche et d'Innovation sur le Sport (EA 647), Université de Lyon
jean.camy@univ-lyon1.fr

Introduction

Notre intervention s'inscrit dans un contexte où nous essayons de faire un bilan sur l'état des Science(s) du Sport en Europe et où nous accompagnons la mise en place d'une SFR interdisciplinaire en Science(s) du Sport associant le CRIS de Lyon et le LPE de St Etienne, dans le cadre d'un projet CNRS/Université de Lyon². Elle a pour objectif tout d'abord de « discuter » des propositions élaborées au sein du CETAPS (Université de Rouen) qui ont pour objectif d'explorer la capacité du concept d'écologie à fédérer des recherches interdisciplinaires au sein de ce laboratoire. Ensuite, à partir des expériences des centres de recherche qui ont développé des expériences dans ce domaine nous essaierons d'examiner quelques uns des principaux éléments qui semblent les avoir inspirés et avoir joué un rôle majeur à la fois dans leurs difficultés et dans leurs réussites. Nous examinerons enfin quelques unes des formes de cette pratique de l'interdisciplinarité telle que nous l'avons observée dans 6 laboratoires européens en Science(s) du Sport, trois français, le MIP de Nantes, l'ISM de Marseille et le CRIS de Lyon et trois étrangers, le Centre Momentum de Cologne, le CIPER de Lisbonne et le GRISSUL de Lausanne et proposerons quelques conclusions provisoires sur les dimensions qui semblent essentielles pour rendre ces pratiques fécondes et durables.

Dialogue entre cadres théoriques autour du concept d'écologie : une étape nécessaire pour entrer dans l'interdisciplinarité ? Les communications présentées dans ce symposium et qui émanent pour l'essentiel du CETAPS constituent un effort remarquable pour faire dialoguer autour du concept d'écologie des démarches de recherche relevant de plusieurs cadres théoriques différents. Nous nous interrogerons à la fois sur les éléments constitutifs de ce dialogue et sur le rôle que peut jouer cet effort de convergence conceptuelle dans la mise en oeuvre d'une démarche pluri/interdisciplinaire.

Raisons d'être et bilan sommaire des pratiques de l'interdisciplinarité Nous nous appuyerons ici sur les publications rendant compte des expériences de pratique de l'interdisciplinarité telles qu'elles ont été réalisées dans un certain nombre de centres de recherche européens et américains. Nous nous intéresserons particulièrement au bilan du Centre de Recherche Interdisciplinaire (ZIF) créé au sein de l'Université de Bielefeld en 1968. Britta Padberg (2014) passe en revue tout d'abord les arguments qui ont contribué au développement de l'interdisciplinarité et qui plaident encore en sa faveur, essentiellement la nécessité de collaborer pour traiter certains problèmes en particulier des questions de nature sociétale. Elle examine ensuite les questions institutionnelles dans lesquelles s'inscrit ce développement, depuis la création d'« incubateurs à interdisciplinarité » jusqu'aux modernes « Clusters d'Excellence » en passant par les « Centres de Recherche Coopérative », Elle présente également des considérations épistémologiques inspirées de Löffler (2010) et de ses thèses aristotéliennes qui considère que l'interdisciplinarité ne peut être fructueuse que lorsque « objets matériels » et « objets formels » (objets construits par la science) coïncident ou s'approchent fortement les uns des autres. Enfin elle présente et compare les formes de collaboration interdisciplinaire dans lesquelles s'inscrivent ces expériences, depuis les « collaborations égalitaires » jusqu'aux « collaborations opportunistes » des « communautés prédatrices » en passant par « l'interdisciplinarité de subordination », et « l'interdisciplinarité agrégative ou complémentaire » (pluridisciplinarité).

Formes de pratique de l'interdisciplinarité en Science(s) de Sport en Europe Le travail d'étude que nous avons conduit sur les pratiques de la pluri/interdisciplinarité dans 6 Centres/laboratoires européens en Science(s) du Sport nous a conduit à identifier 4 dimensions constitutives de la vie de

² Projet dont le responsable est Patrick Fargier avec le soutien de Jean Camy et d'Alain Belli

ces Centres/laboratoires:

-La dimension « scientifique » c'est-à-dire les ressources disciplinaires mobilisées le projet scientifique qui les rassemble et les modalités de collaborations qui s'établissent entre chercheurs en particulier les projets pluri/interdisciplinaires qui sont conduits.

-La dimension « organisationnelle » qui concrétise le projet scientifique du laboratoire en proposant une « structure formelle » un mode de gouvernance, de construction des projets et d'animation interne du laboratoire; une « stratégie » avec des objectifs et des procédures pour évaluer les résultats; une gestion de ressources matérielles et humaines.

-La dimension « académique » c'est-à-dire l'ensemble des relations avec les ensembles dans lesquels il s'inscrit, UFR, Université, instances nationales d'évaluation, laboratoires partenaires et réseaux de coopération scientifique.

-La dimension « sociétale » c'est-à-dire les liens tissés avec les organisations publiques ou privées dans le domaine de l'activité physique et du sport.

En étudiant ces quatre registres nous avons identifié des formes de pratique de l'interdisciplinarité qui s'appuient toujours sur une volonté collective de travailler ensemble, la plupart du temps sur des « objets matériels communs », parfois dans un dispositif très planifié avec une véritable démarche « marketing » (comme à Cologne), parfois dans un dispositif qui s'appuie sur un « programme scientifique », même s'il n'est pas partagé par tous et par une dynamique organisationnelle très intégrative (comme à Nantes), parfois enfin dans un dispositif qui s'ancre sur des équipements scientifiques sophistiqués au service d'un projet scientifique fort (comme à Marseille).

Conclusions provisoires

Les expériences que nous avons exposées proposent rarement de construire des démarches interdisciplinaires à partir de concepts ou de cadres théoriques communs. Cela signifie-t-il que des interrogations communes de type épistémologique ne sont pas un mode d'entrée envisageable pour des équipes qui veulent s'engager dans une démarche interdisciplinaire ? Evidemment aucune déclaration de principe en la matière n'aurait de sens tant l'interdisciplinarité est pour chaque collectif qui veut s'y engager une aventure originale qui met en jeu des dimensions multiples. Lors de nos observations, nous avons identifié des situations et des stratégies très différentes qui répondent aux nombreuses contraintes avec lesquelles il faut composer: celles qui tiennent tout d'abord aux aléas de la construction d'un groupe autour d'un projet commun lorsque les intérêts individuels et collectifs ne sont pas nécessairement et spontanément en accord. Paradoxalement la contrainte extérieure d'un ancrage puissant sur une « demande sociétale » relativement bien identifiée et limitée peut être un atout. La contrainte institutionnelle/académique dont l'effet est important peut être de nature très différente, depuis un soutien clair au développement de l'interdisciplinarité jusqu'à une hostilité latente voire des menaces pour faire rentrer les « égarés » dans la norme traditionnelle... Pour résumer ceux qui se lancent dans cette aventure doivent à la fois voir loin et naviguer au plus près... La métaphore du marin au long court rappelée dans ce lieu de grandes traversées, est sans doute de mise !

Références

- Fuchsman, K. (2009). Rethinking integration in Interdisciplinary studies, *Issues Integ St*, 27, 70-85.
- Klein, J.T. (1990). *Interdisciplinarity, History, Theory and Practice*, Wayne State University Press.
- Löffler, W. (2010). Vom Schlechten des Guten. Gibt es schlechte Interdisziplinarität? In Jungert, M., Romfeld, E., Sukopp T., Voigt, U., *Interdisziplinarität, Theorie, Praxis, Probleme*, Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft
- Padberg, B. (2014). The Center for Interdisciplinary Research (ZIF): Epistemic and Institutional Considerations in Weingart, P., & Padberg, B. (Eds.) *University Experiments in Interdisciplinarity: Obstacles and Opportunities*, Bielefeld Transcripts Verlag
- Quéré, L. (1997). La situation toujours négligée ? *Réseaux*, volume 15, 85, 163-192
- Rosenblum, D. (1997). In the absence of a paradigm, the construction of interdisciplinary research, *Issues in Integrative Studies*, 15, 113-123.

SYMPOSIUM N°10

***L'innovation, vecteur de la relation entreprise /
laboratoire***

(Coord. : Arnaud Guével)

Sporaltec, accélérateur d'innovations pour tous les acteurs du secteur Sport & Santé en région Rhône-Alpes.

Frédérique Hintzy

VP Sporaltec ; Laboratoire de Physiologie de l'Exercice (LPE), Université Savoie Mont-Blanc.
frederique.hintzy@univ-savoie.fr

Introduction :

Le marché du sport est en pleine expansion, avec un chiffre mondial frôlant les 280 milliards d'euros. La France se place en 10^{ème} place, avec 10,8 milliards d'euros et une croissance de 3% en 2014. Quant à la région Rhône-Alpes, elle concentre 50% des employés français du secteur sport, ce qui la hisse en tête des régions dans le domaine de l'industrie du Sport. Fort de ces chiffres, agrémentés d'une population très active et de nombreux laboratoires de recherche, la région Rhône-Alpes a décidé en 2005 de labéliser Sporaltec, cluster économique.

Description et organisation de Sporaltec :

Sporaltec est une association loi 1901, donc avec une organisation de type conseil d'administration (CA), bureau et permanents.

- Les permanents : 4 personnes avec des compétences complémentaires en gestion de projet, management de l'innovation, financement de la recherche, biomécanique, expérimentation, ...

- Le bureau : présidé par R. Pesty (industriel : Pollen innovation), avec 2 VP issus de l'industrie (J. Lacroix, Sigvaris) et de la recherche (F. Hintzy, Université Savoie Mont-Blanc), il est complété d'un secrétaire (Y. Micheli, Pulsacar) et d'un trésorier (S. Varieras, Enveho).

- Le CA : en plus des membres du bureau, les administrateurs sont au nombre de 8, avec des industriels (KPMG, Thuasne, CTC), des universitaires (St Etienne et Lyon) et des centres de compétences – associations (IFTH, Euromov, OSV).

Le financement de Sporaltec se compose de sources privées (adhésions, inscriptions à des actions) et publics (région Rhône-Alpes, le conseil général de la Loire, Pays Voironnais, ..)

A ce jour, 85 acteurs (entreprises, laboratoires de recherche, fédérations et centres techniques du secteur du sport) adhèrent à Sporaltec, dont 66% d'entreprises. On y retrouve toutes les typologies d'entreprises, des gros groupes (Salomon, Sigvaris, ..) à la start-up (Pampalab, Hibok, ..).

Les domaines d'application de Sporaltec se divisent en 2 grands domaines d'activité stratégique (DAS) : Sport & Santé ; Sport de Nature. Ces 2 antennes se localisent respectivement à St Etienne et à Annecy, avec un rayonnement sur toute la région Rhône-Alpes et aussi la France.

Les objectifs :

Sporaltec offre aux entreprises l'accompagnement nécessaire pour une stratégie optimisée de R&D, de transfert de technologie et d'innovation. Son objectif principal est « Être un accélérateur d'innovations pour tous les acteurs opérant dans le secteur du Sport en région Rhône Alpes ».

L'Offre de service :

Les différentes étapes au cours desquelles Sporaltec intervient dans le processus d'innovation sont résumées dans son offre de service (figure 1). Les 3 grandes offres (mise en réseau ; mise en action, communication) sont développées et replacées par rapport aux différentes étapes d'un projet de R&D : faire émerger les idées, puis les sélectionner, puis étudier leurs faisabilité, puis les évaluer et pour finir, les mettre en œuvre.

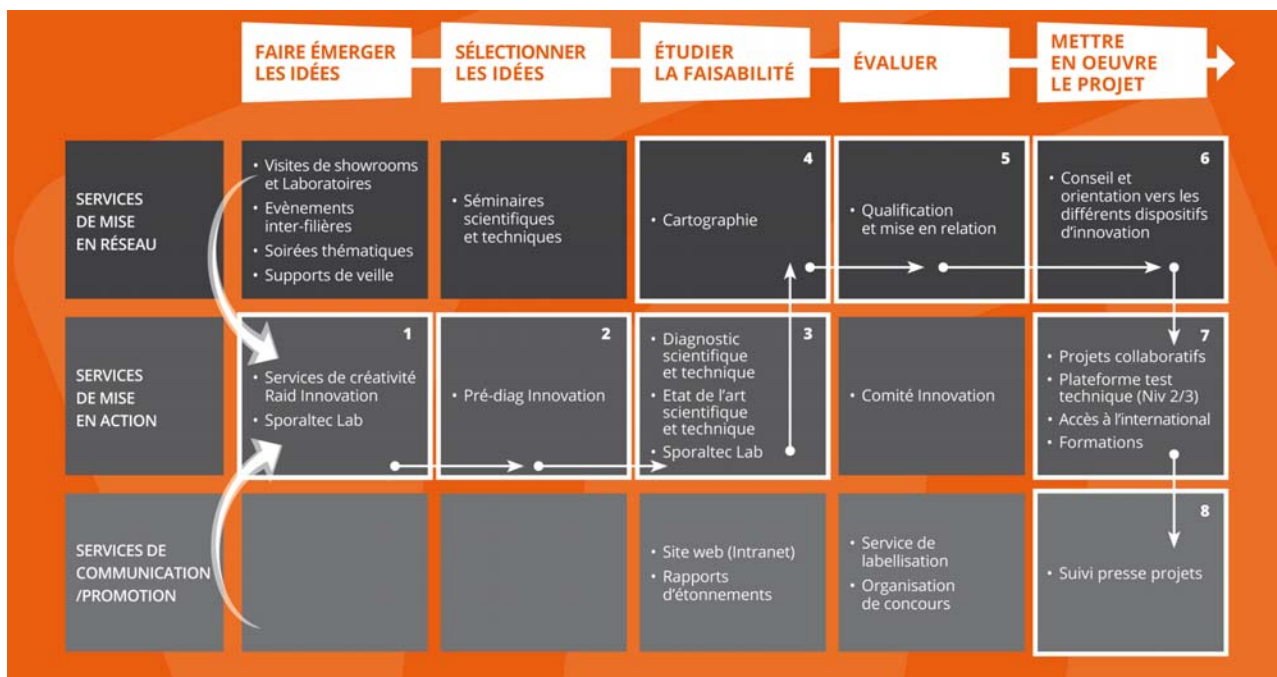


Figure 1. Schéma représentant l'offre de service Sporaltec.

1. Mise en réseau :

Différentes missions permettront cette mise en réseau, selon si le projet est à sa genèse ou sa mise en œuvre. En résumé, cela permet aux adhérents (i) de collecter des informations et de faire les bons choix technologiques, (ii) de profiter d'évènements pour échanger et piloter leurs opportunités et (iii) de créer son réseau. Le monde de la recherche est un partenaire incontournable de ces étapes, comme l'apport de contenu scientifiques au cours de séminaires ou soirées thématiques.

2. Mise en action :

Cette étape permettra de (i) tester la faisabilité des idées, (ii) d'évaluer et de faire labelliser un projet et (iii) d'optimiser l'accès au marché. De nouveau, le lien milieu universitaire recherche – Sporaltec trouve tout son sens au cours de ces étapes d'expérimentations. Il faut bien noter que Sporaltec a comme vocation de mettre en lien industriels-chercheurs, et non pas d'être à lui seul un laboratoire. Il va donc s'appuyer sur le réseau des plates-formes existantes et pourra être accompagnateur dans le développement de nouvelles (biomécanique de l'IRMIS, thermique de l'IFTH).

3. Communication et promotion :

Enfin, Sporaltec sera un support sur les étapes de communication et promotion des projets de R&D. Selon la configuration du projet, une ou des étapes peuvent être proposées, avec des chemins individualisés. Par exemple, le projet décrit figure 1 naît grâce à des services de créativité proposés par Sporaltec (1), l'équipe commence à répondre à la problématique via un pré-diagnostic (2) puis finalise cette réponse grâce à des expérimentations (Sporaltec lab, 3). Comme une cartographie devient nécessaire, elle est réalisée en 5 puis, les mises en réseau qui en découlent seront effectuées (6) pour aboutir à des projets collaboratifs plus conséquents (7), relayés par les médias grâce au service presse projet (8).

Conclusion

« Vous êtes concepteur d'une nouvelle technologie, vous êtes un laboratoire, vous êtes une entreprise du secteur, Sporaltec met à votre disposition des ressources ainsi qu'une large palette de services collectifs ou individuels pour accompagner tous vos projets d'innovation ».

Liens INSEP - Entreprises dans les processus d'optimisation de la performance

Antoine Couturier¹, Gaël Guilhem¹, Marc Elipot² & Christophe Hausswirth¹

¹Institut National du Sport, de l'Expertise et de la Performance (INSEP), Département de la Recherche, Laboratoire "Sport, Expertise et Performance" (EA 7370), Paris, France.

²Institut National du Sport, de l'Expertise et de la Performance (INSEP), Paris, France.

Résumé

L'INSEP, créé en 1975, est un grand établissement placé sous la tutelle du ministère des Sports et dont la vocation est d'assurer à l'élite du sport français les conditions optimales d'entraînement et d'enseignement. Dans ce contexte, le Département de la Recherche participe à l'accompagnement des athlètes par le biais de programmes de recherche appliqués à la performance et d'actions dites d'Accompagnement Scientifique de la Performance. La collaboration avec des entreprises du secteur privé ces dernières années a significativement contribué à ces missions en assurant le développement de dispositifs innovants et le financement de doctorants et d'expérimentations.

Cette présentation illustrera ces liens laboratoire/entreprise au travers de 4 exemples:

- instrumentation d'un plot de départ et d'une plaque de virage du bassin de natation avec Kistler,
- développement d'un mannequin de frappe instrumenté pour le Taekwondo avec Décathlon,
- développement de boissons lactées de récupération avec Lactel,
- rapports d'évaluation et suivi des athlètes avec OriginLab.

Lien Université – Entreprise dans le processus d'innovation pour la prévention et la rééducation des entorses de chevilles.

Nicolas Forestier¹ & Romain Terrier^{1,2}

¹ Laboratoire de Physiologie de l'Exercice (EA 4338), UFR CISM, Département STAPS, Université de Savoie.

² CEVRES Santé, Savoie Technolac, BP322, Le Bourget du Lac cedex.
nicolas.forestier@univ-savoie.fr

Introduction

Créé en 1999 pour optimiser les techniques de rééducation musculaire dans le domaine de la traumatologie sportive, la société CEVRES Santé (labellisée entreprise innovante) est basée sur le technopôle de Savoie Technolac. Un axe de travail important de cette structure concerne l'optimisation des méthodes de rééducation capables de limiter le risque de récurrence des entorses externes de la cheville. En effet, cette pathologie qui représente 6 000 cas par jour en France, chiffre auquel il est nécessaire d'associer un taux de récurrence d'environ 30%, engendre des conséquences économiques importantes³. De plus, les coûts indirects liés à l'absentéisme dans le milieu sportif ou dans le milieu professionnel ainsi que leurs répercussions sociétales ne sont pas négligeables. C'est dans cet objectif que la société CEVRES a déposé dès 2001 un brevet qui concerne des orthèses de déstabilisation spécifiques, les chaussons Myolux™. Ces chaussons qui reproduisent l'axe de déstabilisation de l'arrière pied permettaient de cibler le travail de stabilisation active de l'arrière pied améliorant l'optimisation neuromusculaire et finalement la restauration fonctionnelle articulaire.

Mise en place de la relation

Cette société s'est rapprochée dès 2003 du Laboratoire de Physiologie de l'Exercice (Equipe de Modélisation des Activités Sportives à cette époque) afin de discuter des possibilités de partenariat dans le but de développer son produit. C'est de ce contact initial que résulte le cahier des charges scientifique formalisé figure 1. Trois grandes étapes ont été listées : tout d'abord 1) valider le concept de l'articulateur d'arrière pied vis à vis de la spécificité sensorimotrice ; si ce dernier s'avère efficace 2) utiliser ce matériel pour produire des connaissances capables de rendre compte des taux de récurrences post-rééducation ; finalement 3) optimiser la prise en charge fonctionnelle.

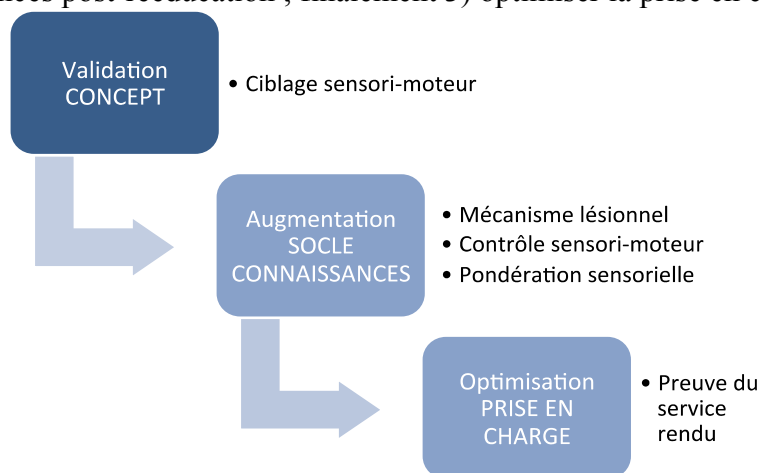


Figure 1. Illustration du cahier des charges scientifique initial établi entre la société CEVRES et le Laboratoire de Physiologie de l'Exercice.

Les résultats de la première étude (Forestier & Toschi, 2005) montrent que l'orthèse augmente

³ Le montant direct de la prise en charge des entorses latérale de cheville est estimé dans notre pays à plus d'un milliard d'euros par an.

quantitativement le signal musculaire et que cette augmentation d'activité est ciblée, dans le sens où il ne s'agit pas de co-activation globale –comme c'est le cas lors de l'utilisation du plateau de Freemann- mais d'une activation augmentée respectant le patron de marche. Cette spécificité permet de faire travailler les muscles de la loge latérale de manière dynamique ce qui nécessite de la part du système nerveux central des caractéristiques de recrutement similaires à celles mise en jeu lors de la marche naturelle. Autre point important, il s'avère que les délais d'activation des muscles péroniers sont diminués lors du port de ce dispositif. Fortement déstabilisante, l'orthèse induit un verrouillage anticipateur de près de 80 ms de la loge externe. Ce mécanisme sécuritaire qui n'apparaît pas en condition normale est d'un intérêt certain puisqu'il permettrait de prévenir l'occurrence des mécanismes d'entorse en augmentant la stabilité de la cheville lors de la pose du pied. L'ensemble de ces informations a permis de valider l'intérêt de l'utilisation de ce système de déstabilisation spécifique de l'arrière pied pour restaurer les capacités de contrôle de l'articulation sous-talienne. A la suite de ce travail initial un ensemble de travaux ont porté sur la compréhension du mécanisme lésionnel (Forestier & Terrier, 2011, Terrier et al. 2014) ou encore sur la façon dont l'optimisation sensorimotrice pouvait s'effectuer dans cette conditions particulière de déstabilisation (Forestier et al. 2015). Des données cliniques relatives à la diminution du taux de récurrence traumatique consécutif au port de ce dispositif ont également été publiées (Terrier et al. 2012). Les derniers travaux concernent les effets des retours d'information sur la restauration de la fonction neuromusculaire. Ce projet qui a permis l'obtention d'un financement du Fond Européen de Développement Régional (FEDER) consiste à développer un système instrumenté de mesures de la cinématique de l'arrière pied. Ce dispositif dédié aux cabinets de kinésithérapie, hôpitaux, médecins du sport, centres de rééducation, cabinets de médecine physique, permettra outre l'optimisation de la réadaptation post-traumatique des entorses et la prévention les récurrences, de guider les processus de réhabilitation et de dresser un suivi fonctionnel du patient tout au long de ce processus.

Références

- Forestier, N., Terrier, R. & Teasdale, N. (2015). Ankle Proprioceptive Signals Relevance for Balance Control on Various Support. An exploratory study. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*. 94(1):20-7
- Terrier, R., Rose-Dulcina, K., Toschi, B., Forestier, N. (2014), Impaired control of weight bearing ankle inversion in subjects with chronic ankle instability. *Clinical Biomechanics*. 29:439-443
- Terrier, R., Toschi, P., Forestier, N. (2012). Prise en charge des entorses externes de cheville : étude clinique préliminaire sur l'efficacité du dispositif Myolux™. *Journal de Traumatologie du Sport*. 29(2): 71-74
- Forestier N, Terrier R. (2011). Peroneal reaction time measurement in unipodal stance for two different destabilization axes. *Clinical Biomechanics*. 26(7):766-71
- Forestier N, Toschi P. (2005) the effects of an ankle destabilization device on muscular activity while walking. *International Journal of Sports Medicine*. 26(6): 464-70

Place des sciences du sport dans le processus d'innovation chez Décathlon.

*Cédric Morio*¹

¹ Decathlon SportsLab, Villeneuve d'Asvq, France
cedric.morio@decathlon.com

Presentation du Decathlon SportsLab

Au sein de la société Decathlon, spécialisée dans la conception et la vente d'articles de sport, les équipes du Decathlon SportsLab regroupent l'expertise de la recherche « du corps au sport », au service des marques propres du groupe. Les 50 personnes qui y travaillent (ingénieurs, docteurs, chefs de projets) contribuent à l'innovation et à la co-conception des produits en combinant l'interaction entre le produit et le sportif, et la connaissance du corps humain dans son environnement. Les expertises de Decathlon SportsLab sont regroupées autour de quatre domaines : les sciences du mouvement (biomécanique, physiologie et ergonomie) ; le confort thermique (thermophysiology et thermophysique) ; la morphologie (analyse morphologique, système de tailles, maintien et compression) ; et les sciences affectives (perception, santé de la peau et nutrition).

La place des sciences du sports dans la conception produit

Decathlon SportsLab intervient principalement sur trois phases importantes d'un projet de développement produit.

1- Phase exploratoire : Cette première phase vise à établir des lois et modèles destinés à mieux comprendre l'interaction entre le corps humain et le produit sportif. Cette recherche en amont n'est pas toujours en lien direct avec le développement d'un produit destiné à être commercialisé. Néanmoins, ces recherches s'effectuent toujours dans l'optique de créer des connaissances utiles pour les équipes de conception. Par exemple, le développement d'un modèle numérique du pied humain permettra non seulement d'étudier les contraintes internes lors de la course, mais également de tester numériquement des solutions de semelles (récemment présenté par Sissler et al. en 2015) avant de réaliser un prototypage réel. De la même manière, le développement d'une méthode d'analyse innovante des cartographies de température issue d'une caméra thermique (méthode présentée par Fournet et al. en 2011) permettra non seulement d'augmenter les connaissances de l'entreprise, mais aussi d'améliorer les études de validation de produits et assurer la qualité des résultats scientifiques utilisés dans la conception de futurs produits.

2- Phase de conception : La seconde phase se déroule en lien étroit avec les équipes industrielles de conception produit. Il s'agit principalement de co-développer des concepts ou produits qui peuvent avoir un impact sur le sportif. Ainsi, Decathlon SportsLab fournit aux équipes d'ingénieurs composants et d'ingénieurs produits des règles ergonomiques ou des guidelines pour aider au mieux la conception et le design. Par exemple, une étude menée en physiologie et biomécanique a permis la conception de l'ensemble des formules intégrées dans la console des vélos elliptiques et magnétiques de la marque Domyos (partie physiologie publiée dans Morio et al., 2015).

3- Phase de validation : La troisième phase consiste à tester et valider les concepts ou produits développés avant la mise sur le marché afin de garantir le bien-être et la sécurité des utilisateurs. La validation de ces avantages produits est une tâche importante qui finalise le travail de développement avant le processus d'industrialisation. Cela permet notamment de confirmer la bonne conception des produits et de reconcevoir ces derniers en cas de non-conformité. La validation de taillant est également un point critique pour l'ergonomie des produits sportifs (pour un exemple voir Webster & Cornolo 2013).

Relation avec les laboratoires académiques

Decathlon SportsLab fait régulièrement appel à ses partenaires universitaires soit pour mener des travaux de recherche en collaboration, soit pour des prestations de services. Le plus souvent les travaux de recherche interviennent dans la phase amont de la conception de produit. Ces travaux ont généralement vocation à générer de nouvelles connaissances ou compétences. C'est le cas notamment des contrats de thèse Cifre. Depuis sa création en 1997, après la première thèse Cifre de l'entreprise (Freychat 1995), le service R&D du corps au sport de Decathlon a accueilli plus de vingt doctorants en collaboration avec le milieu académique. Le format de la prestation de service, quant à lui, est également régulièrement utilisé, il convient plutôt généralement à des études de type validation de produits. L'intérêt pour Decathlon SportsLab de travailler avec des laboratoires académiques se fait souvent autour de compétences et spécialités qui ne sont pas ou peu développées en interne afin de garantir une complémentarité qui aboutira à un partenariat gagnant-gagnant.

Références

- Fournet, D., Redortier, B., Havenith, G. (2011). *Gender influence on skin temperature at rest and during exercise in the cold: the role of subcutaneous fat*. Paper presented at the European College of Sport Science. Liverpool, UK.
- Freychat, P. (1995). *Le pivotement du talon et de l'avant-pied durant la course : méthode de mesure et application à la chaussure de sport*. Université de Saint-Etienne. Manuscrit de doctorat.
- Morio, C., Haddoum, M., Fournet, D., Guéguen, N. (2015). *Influence of exercise type on metabolic cost and gross efficiency: elliptical trainer versus cycling trainer*. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness. In press. ePub 10 Feb 2015.
- Sissler, L., Sablon, D., Jacques, A., Rao, G., Guéguen, N. (2015). *Development of a method allowing the correlation of a finite element foot model to human perception of cushioning in footwear*. Footwear Science. 7(S1):73-74.
- Webster, J., Cornolo, J. (2013). *Comparison of European and Asian Morphology*. Paper published in the Proceedings of 4th International Conference on 3D Body Scanning Technologies, Long Beach CA, USA, pp. 238-242.

SYMPOSIUM N°11

***Fatigue neuromusculaire et stratégies d'adaptation du
système nerveux***

(Coord. : Serge Colson & Romuald Lepers)

Fatigue neuromusculaire et stratégies d'adaptation du système nerveux

Serge S. Colson¹ & Romuald Lepers²

¹Laboratoire Motricité Humaine, Education, Sport, Santé (EA 6312),
Université de Nice Sophia-Antipolis et Université de Toulon

²Laboratoire INSERM U1093, « Cognition, Action et Plasticité Sensorimotrice »,
Université de Bourgogne
colson@unice.fr ; romuald.lepers@u-bourgogne.fr

Il y a plus d'un siècle, Angelo Mosso (1846-1910) a mis en évidence que la fatigue musculaire était indissociable de la fatigue du « cerveau » ou autrement dit, de la fatigue nerveuse. Dans son ouvrage « La Fatigue » publié en 1891, il écrit : « *Des expériences que j'ai faites sur la fatigue, il résulte qu'il n'en existe qu'une seule espèce : la fatigue nerveuse. C'est du moins là le phénomène prépondérant et la fatigue physique n'est au fond qu'un phénomène d'épuisement nerveux* », ce qui indique clairement que la véritable fatigue est, pour lui, la fatigue nerveuse. Depuis ses travaux, de nombreux auteurs se sont intéressés à l'étude de la fatigue et malgré l'importance de publications dans ce champ d'investigation, nos connaissances sur l'interaction entre le muscle et le système nerveux ne sont pas complètes. Ce symposium aura donc pour objectifs d'illustrer les avancées méthodologiques et de faire le point sur connaissances scientifiques dans ce champ d'investigation en perpétuel évolution, au cœur des problématiques des sciences du sport puisque pour Mosso, la fatigue et l'entraînement étaient les deux piliers du sport.

Au-delà des mesures classiques de force, permettant de caractériser l'apparition de la fatigue, l'évolution des techniques d'investigation de la fonction musculaire telles que l'électromyographie de surface et la stimulation percutanée électrique des nerfs moteurs a permis d'importance avancées sur la compréhension des mécanismes sous-jacents à la fatigue. Plus récemment, pour outrepasser les limites de ces techniques dans l'investigation des adaptations du système nerveux, un réel engouement s'est développé autour de la stimulation magnétique transcrânienne (TMS). Mais là encore, de nombreux facteurs méthodologiques sont à prendre en compte lors de son utilisation. L'objet de la première communication de ce symposium (Gruet *et al.*, « Fatigue musculaire et stimulation magnétique transcrânienne : aspects méthodologiques ») sera donc de préciser l'intérêt et les limites de la TMS lors de l'étude de la fatigue musculaire, et plus particulièrement des adaptations au niveau du système nerveux.

La deuxième présentation (Brøchner Nielsen *et al.*, « Motor adaptations to localized fatigue during a bilateral cyclic task ») s'intéressera à illustrer les stratégies de compensation qui peuvent exister entre les muscles ou groupes musculaires au cours d'un exercice de pédalage bilatéral lorsqu'une fatigue a été induite de façon unilatérale et isolée sur les muscles extenseurs du genou.

Dans cette continuité, après un état de l'art relatif aux effets d'un exercice unilatéral sur la fatigue observée au niveau du membre controlatéral, la troisième communication (Colson, « Effet d'un exercice unilatéral sur la fatigue neuromusculaire du membre controlatéral ») présentera des travaux originaux visant à tester l'influence de la boucle réflexe spinale dans l'apparition de la fatigue du membre controlatéral.

Enfin, la dernière présentation (Lepers, « Fatigue mentale et performance motrice ») fera un état de l'art et présentera des travaux originaux récents sur le lien existant entre la fatigue mentale, induite par différents types de tâches cognitives, et les performances motrices voire sur le contrôle du mouvement.

In fine, l'ensemble des communications de ce symposium cherchera, à partir d'une approche intégrée, à illustrer les stratégies d'adaptation du système nerveux lors de situations de fatigue comme Mosso le décrivait il y a déjà plus de 100 ans.

Liste des communications associées au symposium

1. Mathieu Gruet, John Temesi, Damien Bachasson, Thomas Rupp, Guillaume Millet, Samuel Vergès : « Fatigue musculaire et stimulation magnétique transcrânienne : aspects méthodologiques »
2. Niels-Peter Brøchner Nielsen, François Hug, Vincent Fohanno, Arnaud Guével, Julien Lardy, Sylvain Dorel : « Motor adaptations to localized fatigue during a bilateral cyclic task »
3. Serge S Colson : « Effet d'un exercice unilatéral sur la fatigue neuromusculaire du membre controlatéral »
4. Romual Lepers : « Fatigue mentale et performance motrice »

Adaptations corticospinales à la fatigue et stimulation magnétique transcranienne : aspects méthodologiques

Mathieu Gruet¹, John Temesi², Damien Bachasson³, Thomas Rupp⁴, Guillaume Millet², Samuel Vergès⁵

¹LAMHESS EA 6312, Université de Toulon & Nice, France

²Human Performance Laboratory, Faculty of Kinesiology, University of Calgary, Canada

³Institut de Myologie, GH Pitié-Salpêtrière, Paris, France

⁴Université de Savoie, Laboratoire de Physiologie de l'Exercice, Le Bourget du Lac, France

⁵Laboratoire HP2, INSERM U1042, Université Grenoble-Alpes, France.

gruet@univ-tln.fr

Introduction

La stimulation magnétique transcranienne (TMS) est une technique d'investigation non invasive permettant l'étude des voies corticomotrices et de leur plasticité. Il est possible de déterminer un niveau d'activation centrale par TMS, permettant notamment de mieux localiser le site à l'origine de la fatigue centrale. La TMS délivrée au cours d'une contraction maximale volontaire peut induire une force additionnelle dans le groupe musculaire ciblé et l'augmentation de cette force au cours d'un exercice est classiquement interprétée comme une fatigue supraspinale, indiquant que des facteurs au niveau ou en amont du cortex moteur limitent l'augmentation de la commande centrale. Il est également possible d'enregistrer des réponses EMG après une stimulation d'intensité suffisante (supérieur au seuil moteur) du cortex moteur par TMS : un potentiel moteur évoqué (MEP), reflet de l'excitabilité des voies corticospinales, suivi d'une interruption du signal EMG ou période de silence (SP), reflet de l'inhibition intracorticale. Il est généralement montré, au cours de contractions isométriques maintenues, une augmentation progressive de la fatigue supraspinale, associée à des augmentations de l'excitabilité des voies corticospinales et de l'inhibition intracorticale (Gruet, Temesi, Rupp, Levy, et al., 2013). Néanmoins, il existe une grande variabilité des réponses EMG et mécaniques à la TMS avant, pendant et à l'issue d'un exercice fatigant. Différents aspects méthodologiques, tels que le niveau de force auquel est délivré la TMS, l'intensité de stimulation utilisée, ou encore le groupe musculaire considéré sont susceptibles d'expliquer la variabilité des réponses corticospinales à la fatigue. L'objectif de cette communication est de montrer le potentiel de la TMS pour apprécier les adaptations corticospinales à la fatigue aiguë est de décrire l'influence de différents aspects méthodologiques sur les réponses enregistrées, à partir d'études de notre groupe conduites sur le quadriceps.

Niveau de force

Il est possible de mesurer des réponses à la TMS à différents niveaux de force. Lors d'une contraction volontaire, l'excitabilité des neurones corticospinaux augmente et une stimulation d'une intensité donnée produira une MEP d'amplitude plus importante et moins variable sur muscle contracté que sur muscle relâché. D'autre part, nous avons montré que la manière d'atteindre un niveau de force donné et d'appliquer la stimulation au cours de brèves contractions du quadriceps (*i.e.* stimulus délivré après maintien du plateau ou lors de la phase ascendante ou descendante) pouvait également influencer l'amplitude des MEP et leur variabilité (Gruet, Temesi, Rupp, Millet, & Vergès, 2013). Il est donc indispensable de contrôler précisément le niveau de force sur lequel on applique la stimulation et la manière de l'atteindre ce qui requiert une certaine familiarisation.

Intensité de stimulation

La détermination de l'intensité optimale de stimulation est une étape fondamentale pour un recueil optimal des réponses EMG et mécaniques à la TMS. Il existe une grande variabilité intermusculaire

et interindividuelle, en fonction du seuil d'excitabilité des neurones moteur. Contrairement à des stimulations des nerfs périphériques, l'intensité requise ne doit pas être supramaximale, en raison des potentielles coactivations musculaires mais doit cependant être suffisante pour induire des réponses EMG exploitables. L'intensité optimale de stimulation peut être déterminée par différentes méthodes (sur muscle relâché ou sur muscle contracté). Nous avons montré que les méthodes validées pour le membre supérieur n'étaient pas toujours adaptées pour le quadriceps et l'évaluation de la fatigue (Temesi, Gruet, Rupp, Verges, & Millet, 2014). Nous proposons ainsi une méthode alternative consistant à choisir l'intensité pour laquelle l'amplitude de la MEP atteint un plateau sur le muscle agoniste, avec une réponse minimale sur le muscle antagoniste, limitant ainsi le risque de coactivation musculaire qui peut engendrer une sous-estimation de la réponse mécanique et donc de l'activation corticale et ainsi conduire à sous-estimer la fatigue supraspinale. Nous avons également montré que l'intensité de stimulation utilisée pouvait influencer la cinétique de certains paramètres corticospinaux en situation de fatigue musculaire (Bachasson et al., soumis). Nos résultats suggèrent notamment qu'une seule et même intensité de stimulation n'est pas forcément adaptée pour apprécier à la fois des modifications d'inhibition corticale et d'excitabilité corticospinale induites par la fatigue.

Type de muscle et de contraction

Les adaptations corticospinales à la fatigue sont dépendantes du type d'exercice considéré (e.g. isométrique vs. dynamique) et du groupe musculaire considéré. Nous avons montré qu'un exercice isométrique fatigant du quadriceps est accompagné d'un développement tardif de la composante supraspinale de la fatigue avec une augmentation de l'inhibition intracorticale sans modifications de l'excitabilité corticospinale (Gruet et al., 2014). Ce pattern contraste avec les études antérieures conduites sur le membre supérieur et suggère, de manière générale, une dépendance des adaptations corticospinales à la nature de l'exercice fatigant considéré.

Conclusion

La TMS permet d'obtenir des informations sur les mécanismes d'excitabilité et d'inhibition corticale et d'apprécier la capacité du cortex moteur à activer un muscle de manière maximale. Les différents indices obtenus par TMS sont néanmoins particulièrement dépendants des conditions méthodologiques dans lesquelles ils sont obtenus et différentes précautions doivent être adoptées pour apprécier des adaptations corticospinales à la suite d'intervention aiguës (e.g. exercice fatigant, agents pharmacologiques) et chroniques (e.g. entraînement, pathologies).

Références

- Bachasson, D., Temesi, J., Gruet, M., Yokoyama, K., Rupp, T., Millet, G. Y., & Verges, S. (soumis). Exercise-Induced Corticospinal Changes: Transcranial Magnetic Stimulation Intensity Matters.
- Gruet, M., Temesi, J., Rupp, T., Levy, P., Millet, G. Y., & Verges, S. (2013). Stimulation of the motor cortex and corticospinal tract to assess human muscle fatigue. *Neuroscience*, *231*, 384–399.
- Gruet, M., Temesi, J., Rupp, T., Levy, P., Verges, S., & Millet, G. Y. (2014). Dynamics of corticospinal changes during and after high-intensity quadriceps exercise. *Experimental physiology*, *99*(8), 1053–1064.
- Gruet, M., Temesi, J., Rupp, T., Millet, G. Y., & Verges, S. (2013). Effect of different approaches to target force on transcranial magnetic stimulation responses. *Muscle Nerve*, *48*, 430–2.
- Temesi, J., Gruet, M., Rupp, T., Verges, S., & Millet, G. Y. (2014). Resting and active motor thresholds versus stimulus-response curves to determine transcranial magnetic stimulation intensity in quadriceps femoris. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, *11*(1), 40.

Motor adaptations to localized fatigue during a bilateral cyclic task

Niels-Peter Brochner Nielsen¹, François Hug^{1, 2}, Vincent Fohanno¹, Arnaud Guével¹, Julien Lardy¹,
Sylvain Dorel¹

¹ Laboratory « Movement, Interactions, Performance » (EA 4334), UFR STAPS, Université de Nantes. ²The University of Queensland, NHMRC Centre of Clinical Research Excellence in Spinal Pain, Injury and Health, School of Health and Rehabilitation Sciences, Brisbane, Australia.

niels-peter.brochnernielsen@univ-nantes.fr

Introduction

Multiple effectors work together (coordinates) during movement at many different levels of the motor control hierarchy. During multi-joint bilateral tasks, the motor system has many different options available to compensate for muscle fatigue (mainly between-joints within the limb or between limbs). It is unknown whether motor adaptations are organized with respect to the fatigued muscle(s). Studies that selectively fatigued one muscle/muscle group during single-joint tasks showed no clear compensation strategy and a very robust muscle coordination strategy of the synergist muscles (de Rugy et al. 2012). The aim of this study was to determine whether motor adaptation to fatigue during a constant-load bilateral cyclic task would occur i) by modulating the torque generated by joints within the fatigued leg, ii) by increasing the contribution of the contra-lateral non-fatigued leg or iii) both. This was realized by inducing local fatigue to the quadriceps muscle group unilaterally. We hypothesized that the induced fatigue would result in a bilateral adaptation, i.e. a decrease in knee joint power (mainly during the downstroke phase of the pedal) of the fatigued leg that would be compensated for by an increase in power (mainly during the downstroke phase of the pedal) of the contra-lateral leg.

Method

15 healthy volunteers [mean \pm SD: age 23.7 ± 3.3 years, height 180.1 ± 8.1 cm, body mass 72.7 ± 8.9 kg] were tested during submaximal pedaling exercise at 350W, in a non-fatigued condition (Pre) and a fatigued condition (Post). During Pre the participants performed two trials of 1min at a constant pedalling rate (90 rpm). Before Post, local peripheral fatigue was induced by 15 min electrical stimulation of the quadriceps muscles in one leg (randomized). The fatigue was assessed by maximal voluntary contractions and measurements of neuromuscular fatigue (M-wave, muscle twitch responses). Alteration of the motor strategies was determined from the pedal power measured using instrumented pedals, the joint powers measured using an inverse dynamics approach, which was substantiated by myoelectric activity (EMG) of 11 lower limb muscles.

Results

The induced fatigue resulted in a $28.3 \pm 6.8\%$ ($P < 0.0005$) decrease in MVC force during knee extension. Here the M-wave amplitude measured on the Vastus Lateralis decreased significantly ($-12.7 \pm 18.5\%$, $P = 0.03$, $\eta = 0.362$, $n = 12$) but no significant change was observed on Vastus Medialis ($-17.0 \pm 20.8\%$, $P = 0.113$, $\eta = 0.284$, $n = 9$). Resting twitch amplitude decreased by $24.8 \pm 23.42\%$ ($P = 0.032$, $\eta = 0.288$, $n = 14$). VA remained unchanged ($92.87 \pm 5.87\%$ and $92.73 \pm 5.2\%$) before and after the protocol, respectively; ($-0.14 \pm 5.32\%$, $P = 0.869$, $\eta = 0.002$, $n = 14$). During the pedaling exercise the participants maintained the target submaximal power during both pre and post tests (354.8 ± 14.9 and 347.7 ± 10.2 , $P = 0.252$). During Post (performed after fatigue) a decrease in pedal power produced by the fatigued leg was observed ($165.5 \pm 9W$, $P < 0.0005$) compared to Pre ($175.2 \pm 7.6W$). This was compensated by an increase in power produced by the non-fatigued leg ($180.9 \pm 9.1W$, $P = 0.001$) compared to Pre ($173.3 \pm 10W$). The decrease in pedal power produced by the fatigued leg was primarily associated with a decrease in knee joint power during its downstroke phase ($-22.8 \pm 12.3W$; $P < 0.0005$). The increase in pedal power produced by the controlateral (non-fatigued) leg was associated with an increase in hip joint power during its upstroke phase

(+14.9±8.6W, $P < 0.0005$). The analysis of EMG patterns underlined these adaptations with a decrease in rmsEMG of the fatigued Vastus Medialis (-3.7±6.9%, $P = 0.039$) and an increase of the Fascia Latae at the contralateral hip joint (+7.7±9.7%, $P = 0.003$).

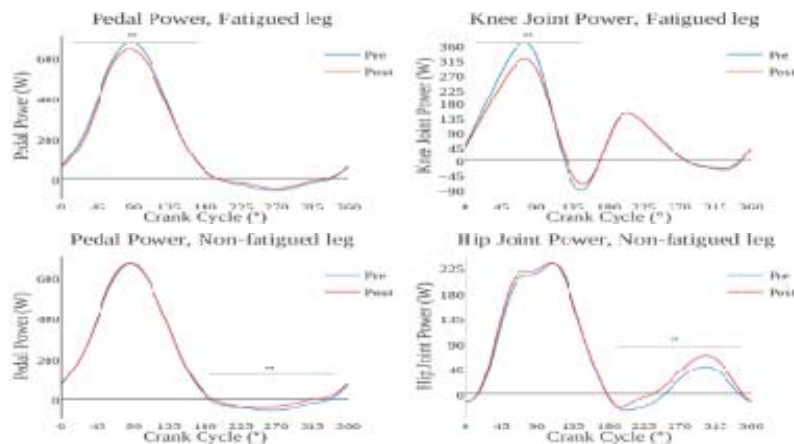


Figure 2. Averaged mechanical patterns obtained in the fatigued (upper panels) and non-fatigued leg (lower panels) during the pre (control) and post (after fatigue was induced into knee extensor muscles of the fatigued leg) trials.

Discussion

This study shows that unilateral fatigue of the knee extensor muscles induces a bilateral reorganisation of motor coordination. That is, force produced by the fatigued leg decreased during its downstroke phase of the pedaling cycle (decrease of knee extension torque) and this is compensated by more force produced by the non-fatigued leg during its upstroke phase (increase of the hip flexion torque; i.e. in the same period of the pedaling cycle). This adaptation may be an inherent feature of human coordination and a strategy to maintain symmetry and smoothness of the movement (Li et al. 2005). The adaptation may originate from an elaborate range of various neural inter-limb coupling mechanisms that controls movement in a beneficial manner, modulating and compensating to perturbation by coordinating both legs as a functional unit depending on the bilateral afferent and efferent state (Ting et al. 2000).

The results provide strong evidence that the central nervous system readily adapts when local unilateral fatigue is introduced during a bilateral cyclic task and that this adaptation preferably involves between leg compensation. This control may ultimately relate to a minimization of control costs for the central nervous system, by reducing the degrees of freedom. This may be achieved by a complex combination of stability, symmetry and energetic efficiency (Loeb 2012).

References

- Akima, Hiroshi, Jeanne M. Foley, Barry M. Prior, Gary A. Dudley, and Ronald A. Meyer. "Vastus Lateralis Fatigue Alters Recruitment of Musculus Quadriceps Femoris in Humans." *Journal of Applied Physiology* 92, no. 2 (February 1, 2002): 679–84.
- De Rugy, A., G. E. Loeb, and T. J. Carroll. "Muscle Coordination Is Habitual Rather than Optimal." *Journal of Neuroscience* 32, no. 21 (May 23, 2012): 7384–91.
- Li, Yong, Oron Levin, Arturo Forner-Cordero, and Stephan P. Swinnen. "Effects of Interlimb and Intralimb Constraints on Bimanual Shoulder–Elbow and Shoulder–Wrist Coordination Patterns." *Journal of Neurophysiology* 94, no. 3 (September 1, 2005): 2139–49.
- Loeb, Gerald E. "Optimal Isn't Good Enough." *Biological Cybernetics* 106, no. 11–12:757–65.
- Ting, Lena H., Steven A. Kautz, David A. Brown, and Felix E. Zajac. "Contralateral Movement and Extensor Force Generation Alter Flexion Phase Muscle Coordination in Pedaling." *Journal of Neurophysiology* 83, no. 6 (June 1, 2000): 3351–65.

Effet d'un exercice unilatéral sur la fatigue neuromusculaire du membre controlatéral

Serge Colson¹

¹Laboratoire Motricité Humaine, Education, Sport, Santé (EA 6312), Université de Nice Sophia-Antipolis
colson@unice.fr

Introduction

La répétition de contractions musculaires lors d'exercices maximaux ou sous-maximaux s'accompagne généralement d'une fatigue musculaire qui se traduit par la réduction de la capacité d'un groupe musculaire à produire une force ou une puissance et ce, que l'exercice puisse être maintenu ou non (Barry & Enoka, 2007). L'origine de la fatigue est classiquement attribuée à adaptations intervenant au niveau de la commande nerveuse centrale et/ou au niveau périphérique musculaire. Toutefois, bien que la fatigue affecte généralement le groupe musculaire sollicité, il a été rapporté qu'une fatigue musculaire pouvait également être observée sur un autre groupe musculaire que celui ayant réalisé l'exercice comme par exemple le groupe musculaire homologue du membre controlatéral (i.e., phénomène de « cross-over » ; Zijdwind, Zwarts, & Kernell, 1998). Bien que de plus en plus d'études se soient intéressées au phénomène de « cross-over » ces dernières années, les résultats obtenus sont encore conflictuels. D'une part, certains auteurs ont démontré que la fatigue induite sur un groupe musculaire pouvait entraîner des diminutions de force ou de puissance sur le groupe musculaire homologue du membre controlatéral (Doix, Lefevre, & Colson, 2013), voire même sur un groupe musculaire différent. D'autre part, de nombreuses études ne corroborent pas ces observations de diminution de performance sur le membre controlatéral ou sur un autre groupe musculaire. Plusieurs raisons, comme par exemple, les groupes musculaires étudiés (e.g., membres supérieurs ou inférieurs), le type (e.g., maximal ou sous maximal) ou la durée de l'exercice réalisé, le mode de contraction utilisé (e.g., isométrique, dynamique ou encore électrostimulation), les types de mesures effectuées avant et après l'exercice fatigant, voire certains biais méthodologiques peuvent être invoquées pour expliquer cette diversité de résultats. Toutefois, les mécanismes sous-jacents à ce phénomène restent également partiellement élucidés. Même s'il est bien admis que la fatigue musculaire induite et les adaptations observées au niveau de la commande nerveuse centrale ou au niveau périphérique puissent être spécifiques de la tâche réalisée, les mécanismes sous-jacents au phénomène de « cross-over » nécessitent des études complémentaires. Généralement, une fatigue périphérique est observée sur le groupe musculaire qui a effectué l'exercice et la baisse de performance du groupe musculaire homologue du membre controlatéral est liée à une fatigue centrale (Doix *et al.*, 2013). Des travaux récents semblent également indiquer que les afférences musculaires de type III et IV ne seraient pas responsables de la fatigue centrale observée sur le membre controlatéral (Kennedy, Fitzpatrick, Gandevia, & Taylor, 2015). Toutefois, certaines études mettent évidence que des régulations au niveau spinal pourraient également expliquer la chute de force du membre controlatéral (Hortobágyi, Taylor, Petersen, Russell, & Gandevia, 2003), même si cette hypothèse n'a jamais été testée. L'objectif de cette communication est : i) de présenter un état de l'art du phénomène de « cross-over » de la fatigue et des mécanismes sous-jacents impliqués et, ii) de présenter des travaux originaux visant à tester l'implication d'une régulation au niveau spinal dans ce phénomène.

Méthode

Treize participants physiquement actifs ont réalisé deux sessions de tests neuromusculaires et des exercices fatigants sur ergomètre isométrique. Les tests ont été réalisés de façon randomisée sur les muscles fléchisseurs plantaires des deux jambes avant et après l'exercice fatigant et comprenaient des mesures de contraction maximale volontaire (CMV), du niveau d'activation volontaire, de réponses mécanique (i.e., twitch) et électrophysiologique (i.e., M_{max} , H_{max} , ratio H/M) évoquées par neurostimulation du nerf tibial. L'activité électromyographique de surface (EMGs) des muscles *soleus*, *gastrocnemii medialis* et *lateralis*, et *tibialis anterior* des deux jambes a été recueillie lors des tests neuromusculaires et pendant l'exercice fatigant sous maximal isométrique (i.e., 3 temps

limites à 50 % de la CMV séparés d'une minute de repos) réalisé de façon unilatérale sur les muscles fléchisseurs plantaires de la cheville droite. Un modèle mixte a été utilisé pour tester les effets de l'exercice fatigant sur les différentes variables recueillies.

Résultats

Quelle que soit la variable testée, aucune différence significative n'a été observée entre les deux jambes avant l'exercice fatigant (PRE). Une diminution significative de la CMV produite par le membre effectuant l'exercice fatigant (EL ; -16%) et le membre controlatéral (NEL ; -9%) a été observée ($P < 0.05$; Figure 1). Par contre, aucune modification du niveau d'activation volontaire, des valeurs EMGs, ou encore du ratio H/M n'a été observée à l'issue de l'exercice fatigant quelle que soit la jambe testée. Enfin, la réponse mécanique potentiée évoquée par neurostimulation sur le membre EL (-54%) et le membre controlatéral (NEL ; -13%) était significativement diminuée ($P < 0.001$; Figure 2).

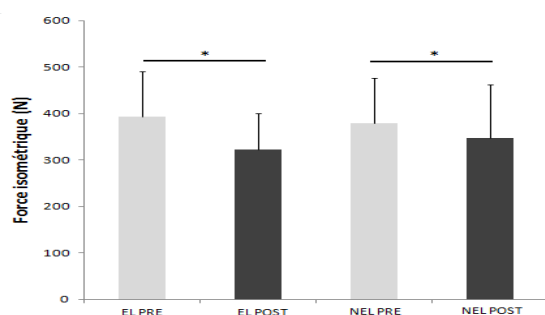


Figure 1. CMV des muscles fléchisseurs plantaires ; * : $P < 0,05$ différence significative entre PRE et POST-exercice fatigant

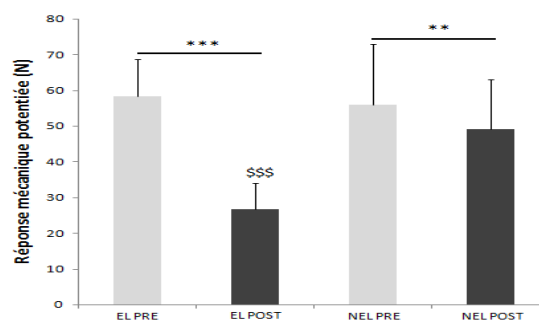


Figure 2. Réponse mécanique potentiée des muscles fléchisseurs plantaires ; ** et *** différence significative entre PRE et POST-exercice fatigant ; \$\$\$ différence significative entre EL et NEL

Discussion

En accord avec d'autres travaux de la littérature réalisés sur d'autres groupes musculaires (Doix *et al.*, 2013 ; Zijdwind *et al.*, 1998, cette étude met en évidence que le phénomène de « cross over » de la fatigue s'observe également sur les muscles fléchisseurs plantaires de la cheville. Bien que la diminution de force sur le membre EL soit liée à une fatigue périphérique, il a été observé, de façon originale, que la baisse de force du NEL était également imputable à une fatigue périphérique. Par contre, de façon surprenante, aucune modification de la commande nerveuse centrale ne semble pouvoir expliquer la chute de force sur le membre NEL. De plus, aucune adaptation au niveau spinal n'a été observée dans cette étude. Toutefois, les techniques d'investigation utilisées dans cette étude ne permettent peut être pas de pouvoir pleinement identifier les adaptations du système nerveux central et plus particulièrement les adaptations d'origine supra-spinale.

Références

- Barry, B.K., & Enoka, R.M. (2007). The neurobiology of muscle fatigue: 15 years later. *Integrative & Comparative Biology*, 47, 465-473.
- Doix, A.C., Lefevre, F., & Colson, S.S. (2013). Time course of the cross-over effect of fatigue on the contralateral muscle after unilateral exercise. *PLoS One*, 8, e64910.
- Hortobágyi, T., Taylor, J.L., Petersen, N.T., Russell, G., Gandevia, S.C. (2003). Changes in segmental and motor cortical output with contralateral muscle contractions and altered sensory inputs in humans. *Journal of Neurophysiology*, 90, 2451-2459.
- Kennedy, D.S., Fitzpatrick, S.C., Gandevia, S.C., Taylor, J.L. (2015). Fatigue-related firing of muscle nociceptors reduces voluntary activation of ipsilateral but not contralateral lower limb muscles. *Journal of Applied Physiology* (1985), 118, 408-418.
- Zijdwind, I., Zwarts, M.J., & Kernell, D. (1998). Influence of a voluntary fatigue test on the contralateral homologous muscle in humans? *Neuroscience Letters*, 253, 41-44.

Fatigue mentale et performance motrice

Romuald Lepers

Laboratoire INSERM U1093 « Cognition, Action et Plasticité sensori-motrice »
Université de Bourgogne
romuald.lepers@u-bourgogne.fr

La fatigue mentale induite par des tâches cognitives prolongées altère les performances en endurance lors d'un exercice physique global de type cyclisme, sans modification des paramètres physiologiques (fréquence cardiaque, consommation d'oxygène, ventilation ; Marcora, Staiano, & Manning, 2009 ; Pageaux, Lepers, Dietz, & Marcora, 2014). Des résultats similaires ont été obtenus lors d'exercices de type local comme une contraction sous-maximale prolongée des muscles extenseurs du genou (Pageaux, Marcora, & Lepers, 2013). En effet, suite à une tâche cognitive prolongée (AXCP test), le temps d'endurance musculaire est diminué d'environ 12% par rapport à une situation contrôle. Ces résultats peuvent s'expliquer par le modèle psychobiologique de la performance en endurance mettant en avant l'importance de la perception de l'effort dans la performance. Il est intéressant de préciser qu'il n'existe pas de relation entre la fatigue mentale et la composante centrale de la fatigue neuromusculaire ; le niveau d'activation volontaire n'étant pas altéré par la fatigue mentale. Contrairement aux exercices d'endurance, la fatigue mentale n'altère pas les performances maximales (ex. force maximale lors de contractions volontaires ; Rozand, Pageaux, Marcora, Papaxanthis, & Lepers, 2014b).

Une séance d'imagerie motrice prolongée induit une fatigue mentale (Rozand, Lebon, Papaxanthis, & Lepers, 2014a). Dans cette étude, les auteurs ont analysés les effets de la fatigue mentale induite par une séance d'entraînement mental prolongée par imagerie motrice (contractions maximales imaginées des fléchisseurs du coude) sur les propriétés neuromusculaires et l'excitabilité corticospinale. Même si l'excitabilité corticale était supérieure pendant l'imagerie motrice comparée au repos, la séance d'entraînement mental n'entraînait pas de fatigue neuromusculaire. Ces résultats suggèrent que la combinaison d'un entraînement mental et d'un entraînement physique n'induit pas de fatigue neuromusculaire supplémentaire. L'imagerie motrice pourrait être un complément pour augmenter la charge totale de travail d'un entraînement en force et ainsi augmenter les gains en force, sans exacerber la fatigue musculaire.

Enfin, la question de savoir si la fatigue mentale a un effet sur le contrôle du mouvement n'avait pas à notre connaissance été traitée dans la littérature mais mérite cependant d'être posée. Nos récents travaux montrent qu'une tâche cognitive soutenue et prolongée (test de Stroop de 90 min) influence le conflit vitesse-précision (Loi de Fitts) lors d'un mouvement de pointage réel et imaginé du membre supérieur (Figure 1). En présence de fatigue mentale, la stratégie du système nerveux central serait de réduire la vitesse du mouvement pour préserver la réussite de la tâche.

Les interactions entre la fatigue mentale et les performances motrices sont multiples, entraînant dans certains cas une détérioration des performances (e.g. endurance, contrôle du mouvement). Les composantes mentale et physique de la fatigue doivent d'être considérées de manière intégrée avec une approche psychobiologique de la performance.

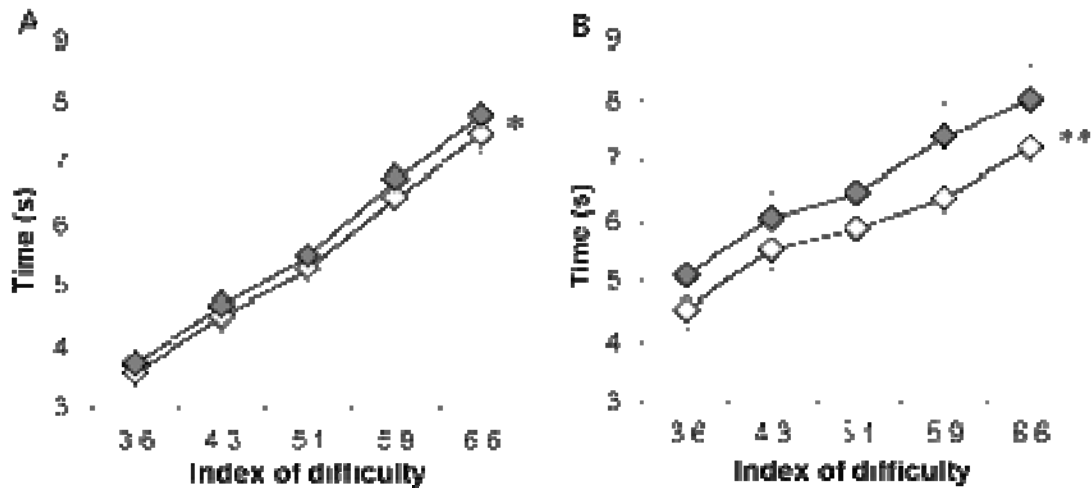


Figure 1. Durée d'un mouvement de pointage réel (A) et imaginé (B) avant (blanc) et après (gris) une tâche cognitive induisant une fatigue mentale.

* $p < 0.05$. ** $p < 0.01$

Références

- Marcora, SM., Staiano, W., & Manning, V. (2009). Mental fatigue impairs physical performance in humans. *Journal of Applied Physiology*, *106*, 857–864.
- Pageaux, B., Lepers, R., Dietz, KC., & Marcora, SM. (2014). Response inhibition impairs subsequent self-paced endurance performance. *European Journal of Applied Physiology*, *114*, 1095–1105.
- Pageaux, B., Marcora, SM., & Lepers, R. (2013). Prolonged Mental Exertion Does Not Alter Neuromuscular Function of the Knee Extensors. *Medicine Science in Sports and Exercise*, *45*, 2254–2264.
- Rozand, V., Lebon, F., Papaxanthis, C., & Lepers, R. (2014a). Does a Mental-Training Session Induce Neuromuscular Fatigue? *Medicine Science in Sports and Exercise*, *46*, 1981–1989.
- Rozand, V., Pageaux, B., Marcora SM., Papaxanthis, C., & Lepers, R. (2014b). Does mental exertion alter maximal muscle activation? *Frontiers in Human Neuroscience*, *8*, 755.

SYMPOSIUM N°12

***Comprendre les Représentations Mentales de
l'Activité Physique : L'Intérêt de Mesurer les
Processus Automatiques***

(Coord. : Nicolas Souchon & Odile Rohme)

Comprendre les Représentations Mentales de l'Activité Physique : L'Intérêt de Mesurer les Processus Automatiques

Nicolas Souchon¹ & Odile Rohmer²

¹EA 2931, « Centre de Recherches sur le Sport et le Mouvement », Université de Paris Ouest,

²EA 4440, « Laboratoire de Psychologie des Cognitions », Université de Strasbourg

nicolas.souchon@u-paris10.fr

De nombreux processus « automatiques », définis comme étant non conscients, non intentionnels, non contrôlables mais efficaces (Bargh, 1994), interviennent seuls, ou en interactions avec des processus contrôlés, afin d'expliquer nos comportements (Strack & Deutsch, 2004). L'étude des processus automatiques et le lien entre automaticité et contrôlabilité renvoient à une multitude de mécanismes explicatifs qui font l'objet de nombreux travaux scientifiques. Une autre approche possible est de se centrer sur les processus à l'œuvre : comment l'activation subtile d'un verbe d'action, d'une émotion ou d'un concept peut influencer nos comportements : par exemple, comment l'activation subliminale du stéréotype des personnes âgées ralentit la marche d'étudiants.

Jusqu'à présent, les processus automatiques ont été peu appréhendés dans le champ des STAPS. Ce symposium vise ainsi à présenter différentes recherches questionnant le lien possible entre « automaticité et activité physique ». L'activité physique sera étudiée en tant que telle ou suggérée à travers des caractéristiques individuelles la limitant. En l'occurrence, Boris Cheval et Mathieu Pinelli parleront directement d'activité physique, alors que François Ruchaud, Nicolas Souchon, et Odile Rohmer traiteront cette question en analysant les réactions automatiques dont peuvent être victimes les individus selon leur sexe, poids ou handicap.

Plus précisément, Boris Cheval expliquera comment motiver les individus à pratiquer davantage d'activité physique dans la communication : « retraining approach-avoidance tendencies can increase physical activity behavior », alors que Mathieu Pinelli traitera la question de la sécurité autour de certaines APSA risquées dans la communication : « amorçage et prévention des comportements à risques sur les domaines skiabiles ».

Par ailleurs, François Ruchaud abordera la question de l'impact des préjugés sexistes sur la catégorisation dans le domaine sportif dans la communication : « Influence de la typicité de l'amorce et du ratio tour de taille-hanche sur la catégorisation de sexe », alors que Nicolas Souchon parlera des attitudes envers les personnes obèses qui constituent souvent un obstacle à leur participation à des programmes de remise en forme dans la communication : « association ironique entre valeurs de pouvoir et évaluations spontanées des personnes obèses ». Enfin, Odile Rohmer traitera de processus discriminatoires à l'égard des personnes handicapées dans le monde du travail, secteur où la compétition règne en maître, à l'image du monde sportif dans la communication : « pourquoi les personnes handicapées ne trouvent pas de travail ? Une explication en termes de facteurs psychosociaux ».

Références

- Bargh, J. A. (1994). The Four Horsemen of automaticity: Awareness, efficiency, intention, and control in social cognition. In R. S. Wyer, Jr., & T. K. Srull (Eds.), *Handbook of social cognition* (2nd ed., pp. 1-40). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Strack, F., & Deutsch, R. (2004). Reflective and impulsive determinants of social behavior. *Personality and Social Psychology Review*, 8, 220-247.

Retraining Approach-Avoidance Tendencies Can Increase Physical Activity Behavior

Boris Cheval^{1,2}, Philippe Sarrazin², Luc Pelletier³, Paul Cazaux², & Malte Friese⁴

¹ Laboratoire « Méthodologie et Analyse des Données », Université de Genève, Suisse;

² Laboratoire « Sport et Environnement Social » (EA 3742), Université de Grenoble, France;

³ Laboratoire de « Recherche en Motivation Humaine », Université d'Ottawa, Canada, ⁴ Laboratoire de « Psychologie Sociale », Université de Saarland, Allemagne

boris.cheval@unige.ch

Introduction

Physical inactivity is linked with a multitude of physical health problems while regular physical activity (PA) is associated with extensive health benefits. Promoting regular PA is therefore a public health priority. Based on contemporary dual-system models of information processing such as the Reflective-Impulsive Model (RIM, Strack & Deutsch, 2004), recent studies have shown that impulsive approach tendencies towards PA (IAPA) and towards sedentary behaviors (IASB) prospectively predict PA behavior (Cheval et al., 2014; 2015; Conroy et al., 2010). The practical implication of these findings is that PA-promoting interventions might benefit from procedures that directly target impulsive processes associated with PA behaviors. What kinds of interventions are capable of changing the contents of the impulsive system? Recently, researchers have developed computerized training interventions designed to directly change impulsive structures in a way that health-beneficial behaviors become more likely. Results are promising and revealed that training approach-avoidance tendencies is useful in helping to *inhibit undesired behaviors* (e.g., alcohol use). By contrast, to date, no published work has investigated the potential of training approach-avoidance tendencies to *instigate desired behaviors* such as PA. The purpose of this study was therefore to test the effect of a computerized training intervention targeting impulsive approach-avoidance tendencies towards PA and SB on exercise behavior.

Methods

Participants and procedure. One hundred and fifteen undergraduate students (65 women and 50 men; $M_{age} = 19.6$, $SD = 2.9$) were randomly assigned to one of the three conditions. In the ApPA-AvSB condition, participants were trained to approach PA-related and avoid SB-related stimuli. In the ApSB-AvPA condition, participants were trained to do the opposite. Participants in the control condition approached and avoided PA-related and SB-related stimuli equally often. The retraining consisted of 2 blocks of 220 trials each with a 2-minute break between blocks. More specifically, participants completed (1) the pre-test Approach-Avoidance Task (AAT) assessment, (2) the experimental manipulation, and (3) the post-test AAT assessment (which was identical to the pre-test AAT). A stimulus response compatibility task (called “manikin task”, De Houwer, et al., 2001) was used to both assess and retrain IAPA and IASB. Then, experimenter left the room for 10 minutes while participants were invited to try and to assess a physical exercise task. Finally, they filled in a questionnaire measuring their age, sex, height, weight, and usual level of PA and SB. Moreover, their awareness of the purpose of the experiment was tested with a funneled interview.

Data analysis. Analyses of covariance (ANCOVA) were carried out to examine changes in IAPA and IASB scores and to compare time spent exercising as a function of the experimental conditions.

Results

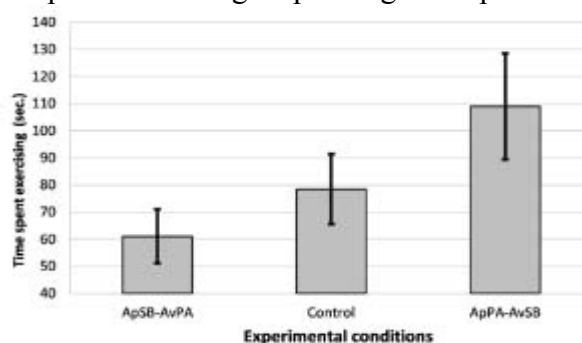
IAPA: Results revealed a significant time \times condition interaction, $F(2, 108) = 3.44$, $p = .036$, $\eta_p^2 = .060$. Simple effects tests further indicated a significant decrease of IAPA in the ApSB-AvPA condition from pre- to post-test (mean difference = -45.59 , $p = .042$, 95% CI [-89.66 , -1.53]), no

significant change in the control condition (mean difference = -5.23, $p = .815$, 95% CI [-49.66, 39.19]), and a marginal increase in the ApPA-AvSB condition (mean difference = 42.16, $p = .084$, 95% CI [-5.84, 90.16]).

IASB: Results revealed a non-significant time \times condition interaction, $F(2, 108) = 0.16$, $p = .853$, $\eta_p^2 = .003$. Simple effects tests effects further indicated no significant changes of IASB across conditions ($ps > .473$).

Effects on physical exercise: Results revealed a significant effect of condition on time spent exercising, $F(2, 108) = 3.24$, $p = .043$, $\eta_p^2 = .057$. Planned comparisons indicated that participants in the ApPA-AvSB condition spent more time exercising than participants in the ApSB-AvPA condition (108.99 vs. 60.06 s, $p = .012$, 95% CI [0.05, 0.44]), while participants in the control condition fell between these two conditions (78.50 s, $p = .84$, 95% CI [-0.29, 0.36]) (Figure 1).

Figure 1. Time Spent Exercising Depending on Experimental Conditions.



PA = physical activity; SB = sedentary behavior; IAPA = impulsive approach tendency toward PA; ApPA-AvSB = approach PA and avoid SB; ApSB-AvPA = approach SB and avoid PA. Vertical bars represent standard errors of the mean.

Discussion

This study tested the effect of a brief computerized training intervention targeting impulsive approach-avoidance tendencies on exercise behavior. The results provide first-ever evidence that retraining impulsive approach-avoidance tendencies can be conducive in increasing time devoted to a health-enhancing behavior. Specifically, a single intervention session aimed at modifying impulsive approach-avoidance tendencies towards PA and SB was successful in changing impulsive approach tendencies toward PA. Most importantly, training to approach PA and avoid SB prolonged the time spent exercising as compared to training to avoid PA and approach SB. These findings highlight that interventions to foster PA will benefit from targeting impulsive in addition to reflective processes associated with PA behaviors.

References

- Cheval, B., Sarrazin, P., Isoard-Gautheur, S., Radel, R., & Friese, M. (2014). Reflective and impulsive processes explain (in)effectiveness of messages promoting physical activity: A randomized controlled trial. *Health Psychology, 34*, 10–19.
- Cheval, B., Sarrazin, P., Pelletier, L. (2014) Impulsive Approach Tendencies towards Physical Activity and Sedentary Behaviors, but Not Reflective Intentions, Prospectively Predict Non-Exercise Activity Thermogenesis. *PLoS ONE, 9*, e115238.
- Strack, F., & Deutsch, R. (2004). Reflective and impulsive determinants of social behavior. *Personality and Social Psychology Review, 8*, 220–247.

Amorçage et Prévention des Comportements à Risques sur les Domaines Skiabiles

Mathieu Pinelli¹, Clémentine Bry¹, & Sonia Pellissier¹

Laboratoire Inter-universitaire de Psychologie/Personnalité Cognition Changement Social (EA 4145); Université Savoie Mont-blanc
mathieu.pinelli@univ-savoie.fr

Introduction

La mise en place de dispositif de prévention efficace est actuellement une difficulté majeure pour les professionnels chargés de la prévention des comportements à risque sur les domaines skiabiles (Soulé, Reynier, & Corneloup, 2007). Une solution envisagée pour renforcer la prévention des comportements à risques sur les pistes serait l'utilisation de techniques d'influences dites subtiles (i.e., amorçage) développées en psychologie sociale (Janiszewski & Wyer, 2014). L'amorçage consiste à activer de manière implicite/subtile des représentations mentales via des stimuli sans que l'individu n'ait conscience de leurs influences sur ses comportements (Bargh & Chartrand, 2000). Peu de travaux se sont intéressés aux effets d'indices subtils, dans une perspective préventive, sur les comportements de santé (Sheeran, Gollwitzer, & Bargh, 2013) et à notre connaissance, aucune étude n'a testé ces effets sur les comportements à risque en sports d'hiver. Dans cette perspective, nous proposons d'utiliser ces techniques d'exposition subtiles pour activer les messages de prévention sur les pistes de ski. L'objectif de cette étude est de tester l'effet d'indices subtils de réactualisation d'informations de prévention sur la prise de risque en sports d'hiver. Plus précisément, nous suggérons que l'activation du concept de « ralentir » via l'exposition sur les pistes d'un logo issu d'une affiche de prévention (auquel les pratiquants ont été exposés initialement via les remontées mécaniques) devrait influencer les comportements dans le sens du message activé (i.e., ralentir) de manière implicite.

Méthode

Matériel : L'étude a été réalisée sur une piste rouge au sein du domaine skiable français de Méribel-Mottaret en Savoie (73). Un radar de vitesse Stalker EOM a été utilisé au niveau de l'intersection avec une autre piste. Les vitesses les plus élevées étaient enregistrées automatiquement par le radar toutes les mille millisecondes. Une affiche de prévention présentée à huit reprises a également été utilisée. Cette affiche était adaptée de la campagne de prévention « mission serenity » en place au sein de la station et du domaine skiable de Méribel-Mottaret. Le visuel de l'affiche comprenait des personnages du dispositif « mission serenity », le logo « mission serenity » et le message : « je ralentis aux intersections pour éviter les collisions ». Dix panneaux sur piquets ont finalement été utilisés. Sur chaque panneau était imprimé le logo issu de l'affiche avec la mention « mission serenity ».

Procédure : Pour que les pratiquants soient exposés au message de prévention, quatre exemplaires de l'affiche étaient placés au départ et quatre à l'arrivée de la télécabine qui desservait la piste d'étude. Afin d'activer subtilement le message de prévention, cinq panneaux étaient placés tous les 100 m puis cinq tous les 50 m sur le côté gauche de la piste (du même côté que l'intersection de pistes). Le radar était positionné sur un support fixe face à la piste d'étude, non visible par les pratiquants et juste avant l'intersection de pistes. Douze jours de mesures ont été réalisés en alternant un jour sur deux la présence/absence des panneaux avec le logo « mission serenity » sur la piste. Compte tenu de l'influence de l'environnement sur les pistes et sur la vitesse des pratiquants, la météo (clair/ensoleillé et neige/brouillard) et l'état de la piste (côté de 1 = bonne/damée à 4 = mauvais/verglas ou bosses) ont été relevés chaque jour et chaque heure. Les mesures de vitesse ont également été regroupées selon la période de la journée en 3 catégories (matin = 09h30-12h00, midi = 12h00-14h00 et après-midi = 14h00-16h30).

Résultats

Suite à d'importantes variations de mesures entre les jours clairs/ensoleillés et les jours de neige et de brouillard, les résultats présentés concernent les mesures effectuées lors des jours clairs et ensoleillés (2 jours avec panneaux d'amorçage et 2 jours sans panneaux). L'échantillon total comprenait 4760 mesures de vitesse. Une ANCOVA a été réalisée sur la vitesse des pratiquants avec comme facteur inter-sujets l'amorçage ou non et la période de la journée (matin, midi et après-midi). L'état de la piste a également été ajouté comme covariable compte-tenu de son influence au cours de la journée sur la vitesse. Les résultats suggèrent que la vitesse moyenne des pratiquants était significativement moins élevée dans la condition « amorçage » ($M = 42.89$ km/h, $ET = 9.65$) que dans la condition « contrôle » ($M = 43.74$ km/h, $ET = 9.30$), $F(1, 4753) = 8.59$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .001$. Les résultats mettent également en évidence une diminution significative de la vitesse au cours de la journée $F(2, 4753) = 76.69$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .03$ ainsi qu'avec la détérioration de la qualité de la piste $F(1, 4753) = 1.38$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .001$. Il n'y a pas d'effet d'interaction entre l'amorçage et la période de la journée sur la vitesse, $F(2, 4753) = 1.37$, $p = .25$.

Discussion

Le but de cette étude était de montrer que l'activation du concept de « ralentir » via l'exposition sur les pistes d'un logo issu d'une affiche de prévention devait influencer la vitesse des pratiquants dans le sens du message activé. Les résultats mettent en évidence une diminution moyenne de la vitesse de 0.8 km/h lorsque les pratiquants sont exposés aux logos issus de l'affiche (i.e., amorce) par rapport aux pratiquants non exposés aux logos. Certains travaux suggèrent que des accidents avec des conséquences non négligeables sont notamment liés aux collisions lors de croisements de pistes (Ruedl, Kopp, Sommersacher, Woldrich, & Burtscher, 2012). Cependant, avec une réduction de seulement 0.8 km/h, notre étude permet difficilement de conclure (en termes de prévention) sur l'efficacité de l'amorçage sur la vitesse lors de collisions au niveau des intersections de pistes. Finalement, compte tenu des difficultés dans la mise en place actuelle de dispositifs de prévention efficaces, le développement de techniques d'influence implicite offrent de nouvelles perspectives incontournables dans la prévention des comportements à risque sur les domaines skiabiles. Les résultats de cette étude seront discutés ainsi que l'intérêt de développer des techniques de communication explicites et subtiles sur la prévention des comportements à risque.

Références

- Bargh, J. A., & Chartrand, T. L. (2000). The mind in the middle: A practical guide to priming and automaticity research. In Reis & C. Judd (Eds.), *Handbook of research methods in social and personality psychology* (pp. 253–285). New York: Cambridge University Press.
- Janiszewski, C., & Wyer Jr, R. S. (2014). Content and process priming: A review. *Journal of Consumer Psychology*, 24(1), 96-118.
- Ruedl, G., Kopp, M., Sommersacher, R., Woldrich, T., & Burtscher, M. (2013). Factors associated with injuries occurred on slope intersections and in snow parks compared to on-slope injuries. *Accident Analysis & Prevention*, 50, 1221-1225.
- Sheeran, P., Gollwitzer, P. M., & Bargh, J. A. (2013). Nonconscious processes and health. *Health Psychology*, 32(5), 460-473.
- Soulé, B., Reynier, V., & Corneloup, J. (2007). La communication préventive sur les risques : le cas des stations de sports d'hiver en France. *Communication*, 26(1), 79-107.

Influence de la Typicité de l'Amorce et du Ratio Tour de Taille-Hanche sur la Catégorisation de Sexe

François Ruchaud¹, Mélissa Plaza², Lionel Brunel² & Julie Boiché²

¹Laboratoire « CeRSM » (EA 2931), Université Paris-Ouest Nanterre La Défense

²Laboratoire « Epsilon » (EA 4556), Université de Montpellier

francois.ruchaud@u-paris10.fr

Introduction

Un bref coup d'œil suffit généralement à un individu pour porter un jugement sur autrui et identifier à quelle(s) catégorie(s) celui-ci appartient, par exemple s'il s'agit d'un homme ou d'une femme (Freeman & Ambady, 2011). Ce processus de catégorisation serait le résultat de deux sources d'influences : les influences « bottom-up » et les influences « top-down ». Les premières correspondent aux indices perceptifs liés au visage, au corps et à la voix. Il a ainsi été mis en évidence que l'indice tour de taille-hanche permet de catégoriser le sujet selon son sexe (Johnson & Tassinari, 2008). Les secondes sont liées aux hauts niveaux cognitifs comme l'influence des stéréotypes. L'objectif de cette étude est de tester l'influence des amorces stéréotypées liées aux activités sportives sur le processus de catégorisation de sexe des cibles présentant des caractéristiques morphologiques féminines, masculines ou androgynes. Le sport étant un domaine particulièrement stéréotypé dans lequel il existe des croyances sur le caractère approprié ou non pour les hommes et pour les femmes (Plaza & Boiché, 2014), nous nous attendons à ce que ces amorces influencent directement la catégorisation de sexe et cela d'autant plus que les cibles ont des indices perceptifs androgynes. En d'autres termes, lorsque les indices perceptifs (bas niveau) sont ambigus (i.e., silhouette androgyne), alors l'amorçage par des activités sportives active les processus liés aux stéréotypes (i.e., haut niveau).

Méthode

Quarante-deux étudiants (23 femmes, 19 hommes ; $M_{\text{âge}} = 21.92$, $ET = 3.82$) ont participé à cette étude sur ordinateur sur la base du volontariat.

Principe de la tâche : suite à la présentation d'une amorce (le nom d'un sport) variant selon la typicité (7 sports Féminins – exemple : le patinage – 7 sports Neutres – exemple : le badminton -, 7 sports Masculins – exemple : la boxe) les participants devaient catégoriser le sexe d'une silhouette. Ces dernières se distinguaient selon leur ratio tour de taille hanche (ratio féminin, 0.5 ; ratio androgyne, 0.7 et ratio masculin, 0.9) (Johnson & Tassinari, 2008) et selon la position des bras (variable de remplissage). Plus précisément, l'étude se compose d'une croix de fixation (500 ms), suivie d'une amorce sexe-typé (200 ms), d'un écran blanc (100 ms), et de la présentation de la cible jusqu'à ce qu'une réponse soit donnée.

Résultats

Deux ANOVAs ont été réalisées selon le plan 3 (ratio tour de taille-hanche de la silhouette) X 3 (typicité de l'amorce) pour tester l'effet des conditions expérimentales sur les temps de latence (en millisecondes) et sur la catégorisation de sexe (les réponses ont été codées comme suit: « femme = 0 » et « homme = 1 »).

Concernant les temps de latence, les résultats montrent un effet principal de la cible $F(2, 4752) = 68.17$, $p < .01$, $\eta^2 = .03$; les cibles avec un ratio masculin sont catégorisées plus rapidement ($M = 869.06$; $ET = 453.90$) que les cibles avec un ratio féminin ($M = 929.26$; $ET = 510.36$) ou avec un ratio androgyne ($M = 1079.61$; $ET = 600.44$). De plus, un effet d'interaction cible - amorce est également apparu : $F(2, 3045) = 3.93$, $p < .05$, $\eta^2 = .003$. Les analyses post-hoc de Fisher ($p < .05$) montrent que les cibles féminines amorcées avec un sport féminin ($M = 908.40$; $ET = 543.16$) sont catégorisées plus rapidement comme femme que lorsqu'elles sont amorcées avec un sport masculin

($M= 970.83$; $ET= 512.97$). Aucune différence n'est constatée entre l'amorce féminine et l'amorce neutre pour les cibles féminines. Enfin, il apparaît que, suite à la présentation d'un sport masculin, les cibles masculines sont catégorisées plus rapidement ($M= 848.16$; $ET= 458.02$) que les cibles masculines ($M= 907.38$; $ET= 466.51$) et féminines ($M= 908.40$; $ET= 543.16$) amorcées avec un sport féminin. Aucune différence entre l'amorce masculine et neutre n'a été constatée pour les cibles masculines (Figure 1A).

Concernant la catégorisation de sexe, les résultats mettent en évidence un effet d'interaction significatif entre les cibles et les amorces $F(4, 4743) = 27.54, p < 0.01, \eta^2 = .02$. Aucun effet de l'amorce n'a été constaté pour les cibles féminines (ratio, 0.5) ou masculines (ratio, 0.9). En revanche, les analyses post-hoc de Fisher ($p < .01$) montre que les cibles androgynes ont été davantage identifiées comme une femme lorsque l'amorce était féminine ($M= 0.42$; $ET= 0.49$), comme un homme lorsque l'amorce était masculine ($M= 0.64$; $ET= 0.48$) et de façon plus aléatoire lorsque l'amorce était neutre ($M= 0.54$; $ET= 0.50$) (Figure 1B).

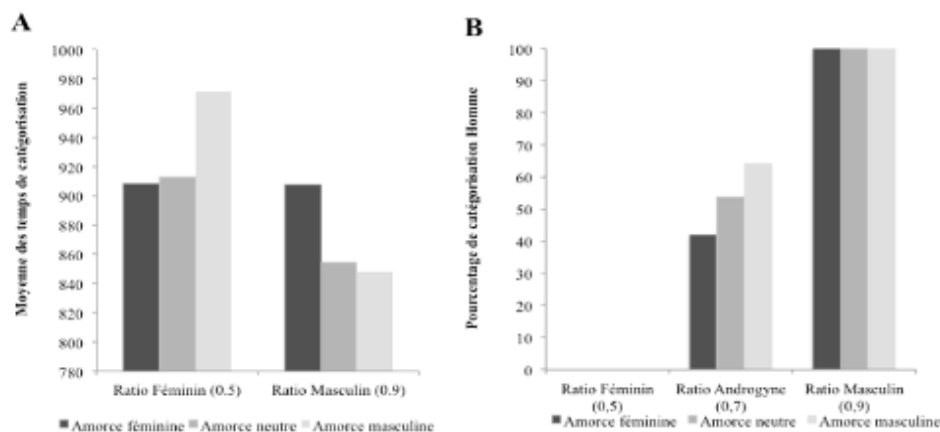


Figure 1. Impact de la typicité de l'amorce et du ratio tour de taille-hanche sur (A) le temps de catégorisation et (B) la catégorisation de sexe

Conclusion

Nos résultats semblent indiquer que lorsque la cible possède des indices perceptifs (influence « bottom-up ») ambigus ne permettant pas de catégoriser son sexe, les individus vont s'appuyer sur les stéréotypés liés aux activités sportives (influence « top-down »). Enfin, selon le principe de la congruence (Heckler & Childers, 1992), cette étude renforce l'idée que le sport est un domaine masculin puisque l'amorce masculine a permis de catégoriser plus rapidement les cibles hommes.

Références

- Freeman, J. B., & Ambady, N. (2011). A dynamic interactive theory of person construal. *Psychological Review*, *118*, 247-279.
- Heckler, S., & Childers, T. L. (1992). The role of expectancy and relevancy in memory for verbal and visual information: what is incongruity? *Journal of Consumer Research*, *18*, March, 475-492.
- Johnson, K. L., & Tassinari, L. G. (2007). Compatibility of basic social perceptions determines perceived attractiveness. *PNAS Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *104*(12), 5246-5251.
- Plaza, M., & Boiché, J. (2014). *Actualisation du marquage sexué des Activités Physiques et Sportives*. Journées d'Etude de la Société Française de Psychologie du Sport, Canet-en-Roussillon, 2-4 Mai.

Association Ironique entre Valeurs de Pouvoir et Evaluations Spontanées des Personnes Obèses

Souchon Nicolas¹ & Maio Gregory R²

¹Centre de Recherche sur le Sport et le Mouvement (EA 2931), Université Paris Ouest

²Values in Action, Université de Cardiff, Royaume Uni

nicolas.souchon@u-paris10.fr

Introduction

Les manifestants aux lendemains des attentats de janvier 2015 pensaient-ils attacher tellement d'importance aux valeurs de la liberté d'expression et du respect de la vie ? A l'évidence, nous ne sommes pas toujours conscients de l'importance que nous accordons à certaines valeurs et des processus psychologiques qu'elles sous tendent. Pourtant, les valeurs humaines se définissent en général comme les représentations conscientes des différents besoins psychologiques de l'être humain (Schwartz, 1992) et celles-ci sont généralement mesurées explicitement (Maio, 2010).

Un axe de recherche récent a consisté à étudier les valeurs à l'aide d'IATs (i.e., Test d'Associations Implicites) afin de capturer les attitudes (i.e., évaluations) implicites des individus à l'égard des valeurs et ne plus uniquement se focaliser sur les mesures explicites. Les premiers résultats ont montré que les attitudes implicites à l'égard des valeurs de pouvoir (vs. universalisme), mais pas les mesures explicites correspondantes, prédisent l'attitude implicite à l'égard des minorités ethniques et des femmes (Souchon & Maio, soumis).

Toutefois, les valeurs du pouvoir prédisent-elles de la même façon l'attitude à l'égard des personnes obèses ? Par exemple, les individus associent la grosseur au pouvoir (Schubert, Waldzus, & Giessner, 2009) et l'obésité pourrait sous certains aspects incarner les valeurs du pouvoir : e.g., penser au stéréotype du businessman. Notre hypothèse était que les attitudes implicites à l'égard des valeurs du pouvoir pourraient, à l'instar des mesures explicites, être associées à une attitude implicite favorable à l'égard des personnes obèses.

Méthode

Quatre-vingt-sept personnes ($M_{\text{âge}}=33.29$, $ET=11.54$, $IMC=22.82$, $ET=3.01$) ont effectué différents IATs informatiques : valeurs de pouvoir vs. universalisme et personnes minces vs. obèses, et différents IATs papier-crayon : fleurs vs. insectes d'entraînement à la tâche, valeurs de pouvoir vs. universalisme et personnes minces vs. obèses. Ils ont également complété différentes mesures explicites d'attitudes à l'égard des valeurs de pouvoir, d'universalisme, des personnes minces et des personnes obèses. La moitié des participants effectuait la partie informatique avant la partie papier et l'autre moitié des participants faisait l'inverse. Toutes les mesures IATs informatiques et papier-crayon impliquaient des adjectifs évaluatifs de nature positive (e.g., formidable) ou négative (e.g., atroce) et l'ordre de ces catégories a été contrebalancé entre les participants.

Résultats

Les D scores informatiques (Greenwald, Nosek, & Banaji, 2003) et papier-crayon (Teachman & Brownell, 2001) ont été calculés en utilisant l'algorithme de référence pour la mesure. Un D score positif pour les mesures de pouvoir vs. universalisme et de personnes minces vs. obèses signifiaient une préférence implicite pour les valeurs du pouvoir (vs. universalisme) et une préférence implicite pour les personnes minces (vs. obèses). Le Tableau 1 présente les interrelations entre les différentes mesures implicites, explicites et la mesure d'IMC.

Tableau 1. Interrelations entre les différentes mesures implicites, explicites et l'IMC

	1	2	3	4	5	6	7
1. IAT info pouv-uni	-	.42**	.28*	-.35**	-.29**	.21	.24*
2. IAT papier pouv-uni		-	.15	-.24 ⁺	-.23*	.09	.27*
3. Valeurs Exp pouv-uni			-	.08	-.04	.06	.05
4. IAT info minces-ob				-	.37**	-.01	-.21
5. IAT papier minces-ob					-	.03	-.28*
6. Exp minces-ob						-	-.06
7. IMC							-

* signifie $p < .05$, ** signifie $p < .01$

Discussion

Notre hypothèse était que les attitudes implicites à l'égard des valeurs de pouvoir pourraient être associées à une attitude implicite favorable à l'égard des personnes obèses. Les résultats, obtenus à l'aide de mesures implicites informatiques et papiers-crayons, ont validé cette hypothèse. De manière intéressante, les deux mesures implicites informatiques et papier-crayons de valeurs d'un côté et d'attitude de l'autre ont très bien corrélées entre elles ($ps < .001$). Par ailleurs, si les deux mesures implicites de valeurs ont bien corrélé avec la mesure explicite correspondante, cela n'a pas été le cas des deux IATs personnes minces vs. obèses qui n'ont pas corrélé avec la mesure explicite correspondante. Ce dernier résultat est en accord avec la littérature qui révèle systématiquement une absence de corrélation entre l'implicite et l'explicite quand l'attitude à l'égard des personnes minces vs. obèses est mesurée (Teachman & Brownell, 2001).

Références

- Greenwald, A. G., Nosek, B. A., & Banaji, M. R. (2003). Understanding and using the Implicit Association test: I. An improved scoring algorithm. *Journal of Personality and Social Psychology*, 85, 197-216.
- Maio, G. R. (2010). [Mental representations of social values](#). *Advances in Experimental Social Psychology*, 42, 1-43.
- Schubert, T. W., Waldzus, S., & Giessner, S. R. (2009). Control over the association of power and size. *Social cognition*, 27, 1, 1-19.
- Schwartz, S. H. (1992). Universals in the content and structure of values: theoretical advances and empirical tests in 20 countries. *Advances in experimental social psychology*, 25, 1-65.
- Souchon, N., & Maio, G. R. (soumis). Does spontaneous favourability to power predict spontaneous prejudice and discrimination?
- Teachman, B. A., & Brownell, K. D. (2001). Implicit anti-fat bias among health professionals: is anyone immune? *International journal of obesity*, 25, 1525-1531.

Pourquoi les Personnes Handicapées ne Trouvent pas de Travail ? Une Explication en Termes de Facteurs Psychosociaux

Odile Rohmer¹, Eva Louvet¹, & Joanna Cohen²

¹ Laboratoire de Psychologie des Cognitions (EA 4440), Université de Strasbourg

² Laboratoire Cognition, Santé, Socialisation (EA 6291), Université de Reims

odile.rohmer@unistra.fr

Introduction

La littérature sur le handicap souligne la nécessité de prendre en considération les processus psychosociaux pour éclairer les comportements à l'égard des personnes en situation de handicap et œuvrer vers une meilleure participation sociale de ces personnes (Watermeyer, 2012). En effet, le modèle social du handicap, tel qu'il est promu par l'Organisation Mondiale de la Santé, privilégie les aspects politiques et législatifs des actions possibles, au détriment d'une prise en compte des croyances qui entravent le processus de participation sociale. Ainsi, en considérant que c'est la société qui produit du handicap, de nombreux pays proposent des lois et actions positives, permettant aux individus de devenir des citoyens à part entière et surtout d'accéder au monde du travail. Or, malgré une législation très favorable à l'emploi, le taux d'insertion des travailleurs handicapés reste particulièrement décevant (Loeb, 2013). L'objectif de nos recherches est de comprendre le décalage entre attitudes favorables aux personnes handicapées et exclusion du marché de l'emploi, en analysant les variables psychosociales qui pourraient expliquer les conduites sociales de mise à l'écart.

Nous faisons l'hypothèse que l'image positive des personnes handicapées repose sur la perception d'individus courageux et motivés à dépasser leur déficience. Par contre, malgré un accès à la formation facilitée, ces personnes ne sont toujours pas perçues comme compétentes et on imagine qu'elles auront de moins bonnes performances professionnelles que leurs pairs sans handicap, ce qui peut expliquer pourquoi elles restent écartées du marché du travail.

Méthode

Nous avons réalisé 3 études expérimentales qui reposent sur des paradigmes de cognition sociale implicite (Bargh & Chartrand, 2000). La première étude ($N = 94$) utilise un paradigme d'amorçage séquentiel. Une amorce apparaît sur un écran de façon subliminale et est suivie par des suites de lettres. La tâche des sujets est d'indiquer si la suite de lettres est un mot ou un non mot. Nous mesurons le temps mis par les participants à identifier des mots traduisant l'effort (e.g. courageux, motivé) et des mots traduisant la compétence (e.g. capable, performant), suivant que ces mots soient précédés d'une amorce « handicap » (pictogramme symbolisant le handicap) ou non (pictogramme symbolisant un piéton). La seconde étude ($N = 58$) met des participants valides en situation de handicap en les plaçant dans un fauteuil roulant. Leur tâche est de s'évaluer sur des caractéristiques relevant de l'effort (e.g. volontaire) et de la compétence (e.g. intelligent) sur des échelles auto-rapportées, puis de réaliser un test de logique (NV7). Leurs résultats sont comparés à d'autres participants installés dans un fauteuil de bureau. La troisième étude ($N = 71$) utilise un paradigme d'amorçage conceptuel : on active le handicap chez des participants valides et handicapés (sans déficit des membres supérieurs) à travers une tâche de complétion de phrases, puis on mesure les performances de ces participants en termes de rapidité et d'habileté à une tâche d'habileté manuelle (9-hole-peg-test), comparativement à d'autres en condition contrôle.

Résultats

Pour la 1^{ère} étude, les analyses de variance indiquent que l'effort est aussi rapidement associé au handicap qu'au valide, alors que la compétence est significativement moins rapidement associé au handicap ($p < .02$). Après l'activation du handicap, les mots liés à l'effort sont plus rapidement

reconnus que ceux associés à la compétence ($p < .001$).

Pour la 2^{ème} étude, les analyses de variance indiquent que les participants installés dans un fauteuil roulant se décrivent moins en termes de compétence que ceux installés sur une chaise ($p < .01$). Ils montrent également plus de persévérance dans la réalisation de la tâche ($p < .001$), ce qui tend seulement à améliorer leurs performances réelles ($p < .09$).

Les résultats de la 3^{ème} étude indiquent des performances moindres pour tous les participants chez lesquels a été activée l'image du handicap : ils sont plus maladroits que les autres ($p < .03$). Les participants handicapés sont plus maladroits que les autres participants, même sans activation du handicap ($p < .001$), alors même que leur déficience n'atteint pas les possibilités de préhension requises pour cette tâche.

Discussion

L'objectif de ces recherches était de montrer comment le handicap est difficilement lié à l'idée de performance. Nos résultats indiquent avec consistance que le handicap est associé automatiquement à l'effort plutôt qu'à la compétence. Cette association acquise, non consciente et mémorisée (Bargh & Chartrand, 2000) est capable de modifier la perception de soi et les performances des individus (Wheeler & Petty, 2001). Ces processus automatiques peuvent expliquer les difficultés d'insertion professionnelle des travailleurs handicapés : dans une société libérale qui prône la compétitivité, l'efficacité et la performance, les qualités liées aux compétences sont sans doute plus valorisées que celles liées à l'effort (Louvet & Rohmer, 2010). Même si la société soutient les personnes handicapées et apprécie leur courage à dépasser les limites de leur déficience, ces qualités ne sont pas celles qui sont prisées sur le marché de l'emploi. Nos résultats semblent indiquer que cette image d'un individu peu performant semble particulièrement disponible chez les personnes elles-mêmes handicapées, avec le risque de ne pas correctement se défendre sur le marché du travail.

Références

- Bargh, J. A., & Chartrand, T. L. (2000). The mind in the middle: A practical guide to priming and automaticity research. In H. T. Reis & C. M. Judd (Eds.), *Handbook of Research Methods in Social and Personality Psychology* (pp. 253-285). New York: Cambridge University Press.
- Loeb, M. (2013). Disability statistics: an integral but missing (and misunderstood) component of development work. *Nordic Journal of Human Rights*, 31, 292-305.
- Louvet, E., & Rohmer, O. (2010). Les travailleurs handicapés sont-ils perçus comme des travailleurs compétents ? *Psychologie du Travail et des Organisations*, 16, 47-62.
- Watermeyer, B. (2012). Is it possible to create a politically engaged, contextual psychology of disability? *Disability and Society*, 27, 161-174.
- Wheeler, S. C., & Petty, R. E. (2001). The effects of stereotype activation on behavior: A review of possible mechanisms. *Psychological Bulletin*, 127, 797-826.

SYMPOSIUM N°13

***Handisport: approche biomécanique et physiologique
de la performance d'excellence***

(Coord.: Pierre-Marie Leprêtre)

Handisport: approche biomécanique et physiologique de la performance d'excellence

Pierre-Marie Leprêtre¹, Thierry Weissland¹, Alexandre Leboeuf^{2,3}, Frédéric Domon⁴, Giuseppe Rabita⁵, Emilie Hutin⁶, Raphael Zory⁷, Arnaud Faupin^{7,8}, Jean-Marc Vallier^{7,8}, Jean Slawinski⁹, Marjolaine Astier^{7,8,10}, Didier Pradon¹¹, Eric Watelain¹², Benoit Borel¹³ et Alice Mazure-Bonnefoy¹⁴.

¹ Laboratoire « Adaptations Physiologiques à l'Exercice et Réadaptation à l'Effort », EA-3300, UFR-STAPS, Université de Picardie Jules Verne, Amiens, France.

² Master SIMS-APPS « Entraînement et Handisport », UFR-STAPS, Université Picardie Jules Verne, Amiens, France.

³ Handisport Amiens Basket-Ball, Dury, France.

⁴ Amiens-Boves Métropole Basket-Ball, Amiens, France.

⁵ Service Recherche, INSEP, Paris, France

⁶ Laboratoire « Analyse et Restauration du Mouvement », CHU Henri Mondor, AP-HP, Paris, France.

⁷ Laboratoire « Motricité Humaine Education Sport Santé », EA-6312, UFR-STAPS, Université de Nice Sophia Antipolis, France.

⁸ UFR-STAPS, Université du Sud Toulon-Var, Toulon, France.

⁹ Centre de Recherches Sur le Sport et le Mouvement, EA-2931, UFR-STAPS, Université de Paris Ouest Nanterre La défense, Nanterre, France.

¹⁰ Comité Départemental Handisport du Var, Maison Départementale des Sports, L'Hélianthe, Rue Emile Ollivier, La Rode, 83000 Toulon, France.

¹¹ U1179 Endicap, Centre d'Innovations Cliniques -IT 805, CHU Raymond Poincaré, AP-HP, Garches, France.

¹² Laboratoire « Automatique et de Mécanique Industrielles et Humaines » (LAMIH-UVHC) UMR CNRS-8201, Université de Valenciennes, France.

¹³ Laboratoire Handicap Autonomie Vieillesse Activité Environnement (EA6310 - HAVAE), Département STAPS, Université de Limoges.

¹⁴ Hôpital cantonal de Genève, Genève, Suisse.

pierre-marie.lepretre@u-picardie.fr

In 1960, the 9th Annual International Stoke Mandeville Games were supported, for the first time, by the Italian Olympic Committee. Took place six days after the Closing Ceremony of the XVII Olympic Games, the paralympic games for disabled athletes were born. From Roma to London in 2012, the paralympic games grew in term of athletes' number - from 400 (23 nations) to 4,237 (164 countries) - to become the second biggest sport event in the world. The level of disabled athletes performance also so improved that, in the present days, sport news and world sport movement focus on the potential advantage of artificial limbs among amputees and their integration in able-bodied competitions. However, amputees do not represent the whole disabled athletes. Most of them show other motor impairments due to different deficiencies (visual deficit, paraplegia, tetraplegia, cerebral palsy or else). These motor impairments induce typical functional and physiological responses to exercise (i.e hyperthermia among athletes with tetraplegia) and thus alter their performance. Environmental conditions may also add adverse effects on exercise performance capacity. These should be taken into account for preparing Paralympic athletes to the pinnacle of their career, the Paralympic Games. The topic of the present symposium is to present new advances and research findings in the field of applied physiology and biomechanics in exercise performance of studies that have implications to those athletes who are eligible to complete at a Paralympic level. Potential topics include talent identification, testing and training methods to optimise athletes for performance. These may include aspects of the gross efficiency, cardiovascular and neuromuscular responses to exercise and training.

Biomechanical analysis of the long jump of the paralympic world record holder

Didier Pradon¹, Alice Mazure-Bonnefoy², Giuseppe Rabita³, Emilie Hutin⁴, Raphael Zory⁵ and Jean Slawinski⁶

¹U1179 Endicap, CHU Raymond Poincaré, APHP, Paris, France ²Hôpital cantonal de Genève, Genève, Switzerland ³Service Recherche, INSEP, Paris, France ⁴LARM, CHU Henri Mondor, APHP, Paris, France ⁵Université de Nice, LAMHESS, EA 6312, Nice, France

⁶Université de Paris Ouest Nanterre La défense, UFRSTAPS, CeRSM EA 2931, Nanterre, France
didier.pradon@rpc.aphp.fr

Introduction

Since Bob Beamon's famous world record in Mexico in 1968, numerous studies have described the biomechanics of the long jump (Graham-Smith 2005, Linthorne 2005, Hay 1986). These studies suggest that good long jump performance is determined by a high velocity approach and the ability of the jumper to transform horizontal velocity into vertical velocity. With regard to paralympic athletes, only a few biomechanical analyses of the long-jump have been carried out. Their aim was to better understand the technical characteristics of the techniques of lower limb amputee athletes (Nolan 2006, Hara 2008). However, no studies have been carried out on arm movements and on the techniques used by upper limb amputees despite the fact that it is known that arm movements play an important role in improving performance in horizontal jumps (Ashby 2006, Hara 2008). With the goal of optimizing the performance of upper limb amputees athletes, the purpose of this study was to test the effect of forearm prosthesis mass on the movement technique during the impulse and flight phases of a world-class long jump.

Method

A world-record long jumper with a left forearm amputation (name: AA; category: F46, best performance: 7.82 m) performed 3 long jumps : without any additional mass (FJ), 2 with an additional mass on the prosthesis (0.3kg, WJ_0.3 - 0.4 kg, WJ_0.4). Each jump was recorded with : a force plate and an optoelectronic system (63 passive reflective markers, 16 rigid segments)

Each the long jump was divided into 3 phases : the impulse, flight and landing phases, and for each phase the specific calculation were realize. For the impulse phase, the three force components of the impulse (vertical, I_z ; horizontal, I_x ; lateral, I_y) and the contact time (T_c), the vertical and horizontal velocities of the COM during take-off (V_{z_TO} ; V_{x_TO}). These velocities were used to calculate the angle of the velocity vector at take off (θ_{TO}) and as integration constants to calculate the vertical and horizontal velocities of the COM when the foot hit the force plate (V_{z_HIT} ; V_{x_HIT}). During the flight phase, the maximal vertical position of the COM (Z_{max}) was measured. The right and left shoulder angles (humerus relative to the thorax) for the 3 degrees of freedom: flex/ext; ele/dep; rot int/ext were calculated. In order to characterize the synchronization between arms, the delta value of right and left shoulder angles, for each degree of freedom were calculated ($MSA_{flex/ext}$; $MSA_{ele/dep}$; $MSA_{int/ext}$). In addition, performance was evaluated by the jumping distance from the takeoff point to the landing pit with a measuring tape (Perf). Perf was divided into three distances: X_{COM_TO} , the distance between the foot and the COM at take-off on the horizontal axis; X_{COM_flight} , the horizontal distance travelled by the COM during the flight; and $X_{COM_landing}$, the distance between the COM and the heels at landing on the horizontal axis. For these three jumps, only a descriptive analysis was performed.

Results

During the impulse phase, I_z , I_y , V_{z_TO} and θ_{TO} were lower in the WJ_0.4 condition compared with WJ_0.3 and FJ. I_x and V_{x_TO} were higher in WJ_0.4 than in WJ_0.3 and FJ. T_c , V_{z_HIT} and V_{x_HIT}

were similar in the three conditions. During the flight phase, the maximal vertical position of the COM (Z_{max}) was lower for WJ_0.4 compared to WJ_0.3 and FJ (table 1). With regard to shoulder kinematics, $MSA_{flex/ext}$, $MSA_{ele/dep}$ and $MSA_{int/ext}$ were similar across the three conditions for the two first thirds of the flight phase. During the last third of the flight phase, we observe a decrease in elevation and internal rotation of the shoulder to the conditions and WJ_0.3 WJ_0.4. Finally, there were no differences in X_{COM_TO} between conditions. X_{COM_flight} , was lower in WJ_0.4 compared to WJ_0.3 and FJ. Inversely, $X_{COM_landing}$ was higher in WJ_0.4 than in the two other conditions. Finally, the best performance was obtained with no additional mass, in the FJ condition (table 1).

Table1: Values of biomechanical parameters measured during the *Impulse* and *Flight Phase*, and the jump *Performance*

	FJ	WJ_0.3	WJ_0.4		FJ	WJ_0.3	WJ_0.4
Impulse phase				Flight Phase			
I_z (N.s)	298.4	306.0	273.1	Z_{max} (m)	1.84	1.83	1.74
I_x (N.s)	15.2	14.1	18.6	Performance			
I_y (N.s)	-105.3	-114.2	-87.2	X_{COM_TO} (m)	0.20	0.26	0.24
T_c (s)	0.119	0.118	0.117	X_{COM_flight} (m)	5.95	5.96	5.81
V_{z_HIT} (m.s ⁻¹)	-0.77	-0.91	-0.74	$X_{COM_landing}$ (m)	0.86	0.69	0.90
V_{x_HIT} (m.s ⁻¹)	9.34	9.36	9.34	Perf (m)	7.01	6.91	6.95
V_{z_TO} (m.s ⁻¹)	3.01	2.96	2.72				
V_{x_TO} (m.s ⁻¹)	8.01	7.91	8.23				
θ_{TO} (°)	20.6	20.5	18.3				

Discussion

Increasing prosthetic mass could be an interesting strategy to improve long jump performance. Although the impulse phase was perturbed, performance during the flight phase was equivalent to JW_0.3. When the foot hit the force plate, the added masses did not modify the vertical and horizontal velocities of the COM. At the take-off, 0.4kg added mass decreased the vertical velocity of the COM and increased its horizontal velocity. This perturbation of the impulse led to a decrease of the horizontal and vertical displacement of the COM. These decreases are balanced by an increase of the distance of landing in connection with an improvement of the synchronization between right and left arms at the end of the flight phase. However caution must be taken in the interpretation of the results because the JW_0.4 condition may have been affected by the JW_0.3 condition carried out 15 minutes earlier, perhaps allowing the athlete to anticipate postural perturbations during the flight phase.

Increasing forearm mass appears to improve long jump performance. Further studies need to evaluate the optimal prosthetic mass for both training and competition.

References

- Ashby BM, Delp SL. (2006). Optimal control simulations reveal mechanisms by which arm movement improves standing long jump performance. *J Biomech.* 39(9):1726-34
- Graham-Smith P, Lees A. (2005). A three-dimensional kinematic analysis of the longjump take-off. *J Sports Sci.* 23(9):891-903.
- Hara M, Shibayama A, Arakawa H, Fukashiro S. (2008). Effect of arm swing direction on forward and backward jump performance. *J Biomech.* 41(13):2806-15.
- Hay JG. (1986). The biomechanics of the long jump. *Exerc Sport Sci Rev.* 14:401-46.
- Linthorne NP, Guzman MS, Bridgett LA. (2005). Optimum take-off angle in the long jump. *J Sports Sci.* 23(7):703-12.
- Nolan L, Patrilli BL, Simpson KJ. (2006). A biomechanical analysis of the long-jump technique of elite female amputee athletes. *Med Sci Sports Exerc.* 38(10):1829-35.

Analyse biomécanique du mode de propulsion synchrone versus asynchrone chez des basketteurs en fauteuil roulant lors de tests de terrain

Astier Marjolaine^{1,2,3}, Weissland Thierry⁴, Pradon Didier⁵, Watelain Eric^{2,6}, Vallier Jean Marc^{2,3}, Faupin Arnaud^{2,3}

¹ Comité Départemental Handisport du Var, Maison Départementale des Sports, L'Hélianthe, Rue Emile Ollivier, La Rode, 83000 Toulon

² Laboratoire « Motricité Humaine Education Sport Santé » (EA 6309), UFR STAPS, Université de Toulon

³ Laboratoire « Motricité Humaine Education Sport Santé » (EA 6309), UFR STAPS, Université de Nice Sophia Antipolis

⁴ Laboratoire « Adaptations Physiologiques à l'Exercice et Réadaptation à l'Effort » (EA-3300), UFR STAPS, Université de Picardie Jules Verne

⁵ Centre d'Innovations Cliniques -IT 805, CHU Raymond Poincaré, Garches

⁶ Laboratoire « Automatique et de Mécanique Industrielles et Humaines » (UMR CNRS 8201), Université de Valenciennes

m.astier@handisport.org

Introduction

La propulsion en fauteuil roulant manuel (FRM) est décrite dans la littérature comme inefficace et pouvant engendrer des risques élevés de développer des troubles musculo-squelettiques (TMS) (Vanlandewijck et al., 2001), donc comme étant contraignante pour les articulations des membres supérieurs. Si le mode synchrone (Syn) dans lequel les membres supérieurs travaillent ensemble est le plus répandu, on observe en handibasket certains joueurs qui utilisent le mode asynchrone (Asy) dans lequel les bras propulsent en alternance (Faupin et al., 2013). L'objectif principal est de comparer les deux modes de propulsion (Syn vs Asy) avec une roue instrumentée, lors d'un test de terrain. Notre hypothèse est que le mode Syn est plus efficace et performant, mais que le mode Asy est moins contraignant pour les articulations des membres supérieurs, indépendamment de l'utilisation (Av) ou non du ballon de basketball (Sa).

Méthode

7 joueurs de l'équipe de France de Handibasket (6 hommes / 1 femme, âge 34 ± 6 ans, masse 70 ± 10 kg, taille 180 ± 9 cm, classification 1.5 ± 0.6) ont participé à cette étude. Chaque sujet effectue 4 sprints de 20 mètres (Brown-Bochicchio, 2013), selon 2 modalités de propulsion : synchrone (Syn) ou asynchrone (Asy) et avec (Av) et sans (Sa) ballon de basketball. L'ordre de passage est choisi de manière aléatoire, d'après une fiche de randomisation. Il est demandé au sujet d'effectuer les sprints le plus rapidement possible. Lors du passage avec ballon, le handibasketteur doit respecter la règle du marcher (pas plus de deux poussées en tenant le ballon). Le fauteuil de sport du sujet a été équipé d'une roue instrumentée (SMARTWheel ; Three Rivers Holdings) sur laquelle des capteurs dynamométriques quantifient les trois composantes de forces et de moments ainsi que la variation angulaire de la roue et la vitesse de déplacement. Par calculs, nous déterminons la fraction efficace (FEF) de la force totale, critère d'efficacité de propulsion en FRM, mais aussi le taux d'augmentation de la force totale (TAF ou Rate of Rise, RoR), critère de risque de TMS au niveau du poignet et de l'épaule (Vanlandewijck, 2001).

Une analyse de variance (ANOVA) à deux facteurs a été utilisée afin d'analyser l'effet du mode de propulsion (Syn vs Asy) et de la présence ou de l'absence du ballon de basketball (Av vs Sa). Le seuil de significativité était fixé à 5 %.

Résultats

Les résultats montrent une fréquence de poussée et un pic de vitesse moyenne sur la première poussée (V_{moy} P1) supérieurs lors de la propulsion Sa vs la propulsion Av et supérieur en mode

Syn vs Asy, et un RoR supérieurs en mode Syn vs Asy. Inversement, une fraction efficace de la force totale en vitesse constante (FEF fin) et un temps de sprint (temps 20m) inférieurs en mode Syn vs Asy et inférieurs lors de la propulsion Sa vs la propulsion Av. Une différence significative de vitesse moyenne constante (Vmoy fin) entre les modes de propulsion a été mise en évidence.

Table 1 : Moyenne et écart-type des différentes variables mesurées.
NS : non significatif, **p<0.01,***p<0.001

Mode	Synchrone		Asynchrone		ANOVA à deux facteurs	
	Sans ballon (Sa)	Avec ballon (Av)	Sa	Av	Syn/asy	Sa/Av
Fréquence de poussée (poussées/min)	2.22 ± 0.22	1.73 ± 0.38	1.86 ± 0.35	1.33 ± 0.34	**	***
Vmoy P1 (m.s ⁻¹)	2.41 ± 0.33	2.21 ± 0.31	2.20 ± 0.51	2.05 ± 0.85	**	**
Vmoy fin (m.s ⁻¹)	4.45 ± 0.57	4.40 ± 0.62	3.69 ± 0.46	4.37 ± 0.86	**	*
FEF fin (%)	46.37 ± 12.49	42.63 ± 11.37	54.56 ± 23.55	52.06 ± 14.50	***	**
RoR P1 (N.s ⁻¹)	678.05 ± 363.05	674.17 ± 257.82	364.74 ± 280.03	495.54 ± 285.92	**	NS
RoR fin (N.s ⁻¹)	821.13 ± 794.76	709.14 ± 200.37	468.85 ± 282.35	507.66 ± 225.85	**	NS
Temps 20m (m.s ⁻¹)	5.97 ± 0.37	6.32 ± 1.12	6.88 ± 0.67	7.56 ± 1.62	**	**

Discussion

Les résultats montrent que la propulsion synchrone permet d'atteindre des vitesses supérieures à la propulsion asynchrone. Ceci est comparable à l'étude de Faupin et al. (2013) en condition de laboratoire sur ergomètre à rouleaux. La conduite du ballon engendre simultanément une réduction de la vitesse et de la fréquence de poussée, indépendamment du mode de propulsion (P<0,05). Dans des conditions expérimentales similaires en mode synchrone, l'ordre de grandeur de nos résultats est supérieur de ceux obtenus par Brown-Bochicchio (2013). Ceci peut s'expliquer par le niveau d'expertise supérieur des joueurs membres de l'Equipe de France dans cette présente étude. Les résultats montrent que le RoR (risque de TMS au niveau du poignet et de l'épaule) est inférieur en mode Asy vs Syn mais aucune différence significative n'est notée avec le ballon (Av vs Sa). De plus, l'augmentation de la fréquence de poussée en mode Syn vs Asy renforce nos hypothèses, à savoir que le mode Syn est plus contraignant que le mode Asy.

Conclusion

Cette étude nous permet de donner une tendance de validation de nos hypothèses, à savoir que le mode Syn et Sa est plus efficace et performant, et que le mode Asy et Av est moins contraignant pour les articulations des membres supérieurs. Il semble intéressant de poursuivre cette étude auprès d'un échantillon plus conséquent en y associant simultanément les réponses physiologiques et biomécaniques en fonction de la classe de handicap de la discipline au cours d'une épreuve de détermination de la vitesse maximale aérobie de terrain.

Références

- Brown-Bochicchio, C. (2013). *20M Sprint Capacity Test, a component of the Wheelchair Sports Performance Test: A SmartWheel® Technology Field Validation Pilot Study*. Thèse de Master non publiée, Université de Caroline du sud, USA.
- Faupin, A., Borel, B., Meyer, C., Gorce, P. & Watelain, E. (2013). Effects of synchronous versus asynchronous mode of propulsion on wheelchair basketball sprinting. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 8, 496-501.
- Vanlandewijck Y.C., Theisen D. & Daly D. (2001). Wheelchair propulsion biomechanics: implications for wheelchair sports. *Sports Medicine* ; 31 : 339 – 367.

Effets de la modalité de déplacement en fauteuil roulant sur la performance et les réponses physiologiques au cours d'un test de terrain chez des handi-basketeurs

Thierry Weissland¹, Arnaud Faupin^{2,3}, Benoit Borel⁴ & Pierre-Marie Leprêtre¹

¹ Laboratoire des « Adaptations Physiologiques à l'Exercice et Réadaptation à l'Effort » (EA 3300), UFR STAPS, Université Picardie Jules Verne.

² Laboratoire « Motricité Humaine Education Sport Santé » (EA 6312), UFR STAPS, Université de Toulon.

³ Laboratoire « Motricité Humaine Education Sport Santé » (EA 6312), UFR STAPS, Université de Nice Sophia Antipolis.

⁴ Laboratoire Handicap Autonomie Vieillesse Activité Environnement (EA6310 - HAVAE), Département STAPS, Université de Limoges.
thierry.weissland@u-picardie.fr

Introduction

L'évaluation de la condition physique des sportifs (ou des usagers) en fauteuil roulant à partir de tests de terrain intégrant le sujet avec son fauteuil donne des indicateurs sur les qualités physiques développées. L'habilité à manœuvrer le fauteuil pourrait représenter un facteur limitant pour atteindre la consommation maximale d'oxygène au cours d'une épreuve progressive (Goosey-Tolfrey, 2008). A partir d'un protocole continu d'incrémentations de la vitesse de déplacement, l'étude a mesuré l'incidence de la maniabilité du fauteuil roulant au cours de 2 modes de déplacement sur les performances, les réponses cardio-respiratoires, la lactatémie et la perception de l'effort chez des joueurs d'handibasket. Le but de l'étude est de comparer les résultats obtenus avec un déplacement octogonal (multi-field test de Vanderthommen et al., 2002) (MFT) et une adaptation de ce test (MFT-8) qui impose aux sujets de décrire un huit.

Méthodes

Seize handibasketeurs avec une pratique de $6,6 \pm 2,3$ ans de club, de classification moyenne de $2,9 \pm 1,2$ points (classification internationale) ont effectué les tests en ordre aléatoire à 48h d'intervalles. Pour les deux tests, la vitesse du premier palier a été fixée à $6\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ et augmentée toutes les minutes de $+0,37\text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. Le test est interrompu lorsque le sujet n'arrivait plus, malgré les encouragements, à tenir la vitesse imposée par les bips sonores. Le test MFT a demandé aux sujets de tourner en sens unique autour d'un octogone ($15\text{m}\times 15\text{m}$) alors que, composé de 2 octogones distant de 2 m, le MFT-8 imposait de réaliser un 8. Les performances (vitesse obtenue à la fin du test), la consommation d'oxygène ($\text{VO}_{2\text{pic}}$), la ventilation expirée (VE_{pic}), la fréquence cardiaque pic (FC_{pic}), le lactate musculaire pic et relatif (pic - repos) et l'effort perçu ont été mesurés. Le calcul théorique de VO_2 a été aussi effectué à partir de l'équation de Vanderthommen et al. (2002) ($\text{PeakVO}_2 = 18.03 + 0.78 \text{ MFT-score}$). Après une étude de la distribution des données enregistrées (Shapiro-Wilks), le test apparié de Student a comparé les réponses obtenues à MFT et MFT-8. Des corrélations (Pearson) entre les scores de fin de test, le VE_{pic} et $\text{VO}_{2\text{pic}}$ et les modalités ont été calculées. Le seuil de significativité de $P < 0,05$ a été retenu.

Résultats

MFT-8 induit des valeurs de $\text{VO}_{2\text{pic}}$ et VE_{pic} supérieures à MFT ($\text{VO}_{2\text{pic}}$: $2,5 \pm 0,6$ vs. $2,3 \pm 0,6 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$ et VE_{pic} : $96,3 \pm 29,1$ vs. $86,6 \pm 23,4 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$; $\square < 0,05$) sans modifier significativement les autres paramètres. Des corrélations significatives entre VE_{pic} et le score de fin de test ont été obtenues pour MFT ($r=0,54$, $R^2=0,287$, $P=0,03$) et MFT-8 ($r=0,52$, $R^2=0,269$, $P=0,04$). Aucune différence significative n'a été trouvée entre peakVO_2 calculé avec la régression de Vanderthommen et al. (2002) et celui mesuré à MFT.

Discussion

Les vitesses obtenues en fin de test, les valeurs pics de VO₂ et de lactates sanguins post-exercice sont supérieures à celles de Vanderthommen et al. (2002) alors que les valeurs pics de FC sont similaires. Ces différences peuvent s'expliquer par le niveau d'expertise de nos sujets entraînés comparativement à ceux de l'étude de référence. L'absence de différence entre les VO₂ calculées avec la régression de Vanderthommen et al. (2002) et celles mesurées montre que l'équation de référence n'est pas sensible aux caractéristiques du niveau d'entraînement de la population testée. Chez des sujets expérimentés et agiles avec le fauteuil roulant, MFT-8 n'a eu aucun effet sur les performances du test, mais génère des réponses physiologiques plus élevées que MFT. La modalité MFT ne permet pas d'atteindre des valeurs maximales de VO₂ et de VE. En situation écologique, le déplacement du sujet dans son fauteuil lors des changements de direction serait à prendre en compte et pourrait avoir une incidence sur le couplage respiration-propulsion (Fabre et al., 2006).

Conclusion

Comparativement à un déplacement de forme octogonale, la modalité associant des virages alternés en 8 n'altère pas la performance de sujets expérimentés en fauteuil roulant mais engendre des contraintes de ventilation et de consommation d'oxygène supplémentaires. La modalité MFT-8 sollicite plus le métabolisme aérobie que la modalité MFT. L'hétérogénéité des pathologies des sujets et le niveau variable de fonctionnalité (classification de handicap) rencontrés dans cette étude demanderaient d'étendre le nombre de sujets.

Références

- Fabre, N., Perrey, S., Arbez, L., Ruiz, J., Tordi, N., & Rouillon J-D. (2006). Degree of coordination between breathing and rhythmic arm movements during hand rim wheelchair propulsion. *International Journal Sports Medicine*, 27(1), 67-74.
- Goosey-Tolfrey, V., & Tolfrey, K. (2008). The multi-stage fitness test as a predictor of endurance fitness in wheelchair athletes, *Journal of Sports Sciences*, 26(5), 511–517.
- Vanderthommen, M., Francaux, M., Colinet, C., Lehance, C., Lhermerout, C., Crielaard. J-M., & Theisen D. (2002). A multistage field test of wheelchair users for evaluation of fitness and prediction of peak oxygen consumption, *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 39(6), 685–692.

Etude comparative de la performance, de l'indice d'endurance et de l'évolution de la lactatémie suite à des répétitions de sprint-navettes chez des basketteurs et des handi-basketteurs

Alexandre Leboeuf^{1,2}, Frédéric Domon³ & Thierry Weissland⁴

¹ Master SIMS-APPS « Entraînement et Handisport », UFR STAPS, Université Picardie Jules Verne.

² Handisport Amiens Basket-Ball, Dury

³ Amiens-Boves Métropole Basket-Ball, Amiens

⁴ Laboratoire des « Adaptations Physiologiques à l'Exercice et Réadaptation à l'Effort » (EA 3300 - APERE), UFR STAPS, Université Picardie Jules Verne.
alex-leboeuf@club-internet.fr

Introduction

La part anaérobie est prédominante dans les phases de jeu tant en basket-ball valide qu'en handi-basket (Crisafulli et al., 2002 ; Bloxan, et al., 2001). La capacité, tout au long d'un match, à répéter des sprints à intensités maximales (ou proches) entrecoupées de périodes de récupération incomplète est essentielle (Spencer et al., 2005). Des tests physiques ont été développés dans le sport valide pour fournir des indicateurs sur les aptitudes anaérobie lactique des joueurs. A notre connaissance, aucun test spécifique pour handi-basket ne contraint les joueurs à des répétitions de changements de direction en fauteuil roulant à des intensités maximales. L'objectif de l'étude est de comparer les performances, l'indice d'endurance et de l'évolution de la lactatémie suite à des répétitions de sprint-navettes chez des basketteurs et des handibasketteurs.

Population

La population étudiée est composée de 2 groupes de 8 basketteurs appariés en volume horaire de pratique (4,5 heures plus les matchs par semaine). Le groupe handi-basketteurs (HBB) d'âge moyen 31,7±11,5 ans évolue en Nationale 2, alors que les basketteurs universitaires valides (BB), âgés en moyenne de 20±2,6 ans, jouent en départemental (honneur à excellence).

Méthode

Le test navette décrit par Cazorla et al., 2004 a été utilisé pour évaluer le métabolisme anaérobie lactique. Dans un couloir de 30 mètres, les sujets doivent, dans leur mode de déplacement usuel, parcourir la plus grande distance possible en 30 sec en réalisant une succession ininterrompue d'allers retours du point de départ à une ligne qui progresse tous les 5 m. La plus grande distance parcourue correspond à la distance de référence. Après une récupération complète, le sujet revient se placer au départ et enchaîne six séries de 30 sec, entrecoupées de 35 sec de récupération passive. La meilleure distance parcourue en 30sec (PMAL), la distance totale cumulée parcourue (CAL) et l'indice d'endurance (différence entre la distance maximale et minimale parcourue au cours des 6 séries, IAEL en %) sont calculés pour l'ensemble des sujets. Des micro-prélèvements sanguins [Lact⁻] (μ 25L) à la pulpe du doigt ont été effectués au repos, à la fin de l'échauffement (Post Ech), après la 1^{ère} (Nav1) et la 7^{ème} navette, (Nav7) et 5 minutes après (5min) (LactatePro, Arkray, Inc. Kyoto, Japan). Après une étude de la distribution des données enregistrées (Shapiro-Wilks), une analyse de variance Anova à une voie a été utilisée pour comparer les données entre les deux groupes avec facteurs répétés (paramètres mesurés de lactatémie et de distance). Un test de Bonferroni post-hoc test a comparé les différences entre les moyennes des groupes. Le seuil de significativité de $P < 0,05$ a été retenu.

Résultats

Les handi-basketteurs sont plus âgés que les joueurs valides ($P<0,01$). Les performances (PMAL et CAL) sont supérieures chez les BB comparativement aux HBB ($P<0,05$) pour un indice d'endurance moyen similaire. Aucune différence significative n'est notée entre les [Lact] repos, post d'échauffement et Nav1 entre les 2 groupes mais un effet « répétition de sprint-navettes » est constaté ($P<0,05$). Les [Lact] Nav7 et 5 minutes sont significativement supérieurs chez BB. L'ensemble des résultats est reporté dans le tableau ci-dessous.

Table 1 : Valeurs moyennes \pm écart type des [Lact] (en $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$), de la meilleure distance parcourue (PMAL en m), de la distance totale parcourue (CAL en m) et de l'indice d'endurance (IEAL, en %) pour les handi-basketteurs (HBB, $n=8$) et les joueurs valides (BB, $n=8$) (* différence entre HBB et BB, $P<0,05$; $^{\text{£}}$ différence entre [Lact] Nav7 et 5min).

Groupe	Repos $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$	Post Ech $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$	Nav 1 $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$	Nav 7 $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$	5min $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$	PMAL (en m)	CAL (en m)	IEAL (en %)
HBB	1,8 \pm 1,4	2,6 \pm 1,3	6,2 \pm 3,1	13,8 \pm 2,1	11,6 \pm 2,1 $^{\text{£}}$	68,4 \pm 7,4	377,1 \pm 37,3	87,9 \pm 3,5
BB	1,9 \pm 0,7	2,9 \pm 1,0	7,5 \pm 3,1	15,3 \pm 1,3*	15,0 \pm 0,9*	127,5 \pm 2,9*	675,2 \pm 50,1*	79,7 \pm 9,4

Discussion

Les distances parcourues (meilleures ou cumulées) très inférieures chez les HBB témoignent de la problématique spécifique des pratiques en fauteuil en terme d'inertie à la relance lors des changements de direction. Ces actions réduisent significativement les vitesses de déplacements sans impact significatif sur l'indice d'endurance ($P>0,05$). L'IEAL pourrait être un paramètre de comparaison entre les deux populations. La part anaérobie lactique du test est effective compte-tenu des valeurs de lactatémie très élevées obtenues pour les deux groupes. Les valeurs de [Lact]pics inférieures des HBB sont le reflet des faibles masses musculaires des membres supérieurs mises en jeu par la propulsion du fauteuil roulant comparativement à celles de l'ensemble de la musculature recrutée à la course chez les BB. De plus, les 5 minutes de récupération passive ne permettent aux BB de consommer une partie du lactate musculaire sanguin produit comparativement au HBB (13,8 \pm 2,1 vs. 11,6 \pm 2,1 $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$).

Conclusion

Le test de sprint-navettes de Cazorla et al., 2004 permet d'évaluer le métabolisme anaérobie lactique des handi-basketteurs ainsi que l'aptitude à manœuvrer le fauteuil roulant dans les changements de direction. L'inertie du fauteuil roulant limite les performances maximales et cumulées des handi-basketteurs qui ne sont pas comparables avec des joueurs valides. Par-contre, l'indice d'endurance pourrait être utilisé pour comparer ces deux populations.

Références

- Bloxan, L.A., Bell, G.J., Bhambhani, Y., & Steadward, R.D. (2001). Time motion analysis and physiological profile of canadian world cup wheelchair basketball players. *Sports Medicine Training and Rehabilitation*, 10(3),183-198.
- Cazorla, G., Boussaidi, M., & Godemet, M. (2004). *Evaluation du rugbyman sur le terrain, Pathologie du rugbyman, épaule, genou, rachis, physiologie*. Acte du Congrès médical de la Fédération française de rugby, 435-456. Lyon, France.
- Crisafulli, A., Melis, F., Tocco, F., Laconi, P., Lai, C. & Concu, A. (2002) External mechanical work versus oxidative energy consumption ratio during a basketball field test. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 42(2) 409-417.
- Spencer, M., Bishop, D., Dawson, B., & Goodman, C. (2005). Physiological and metabolic responses of repeated-sprint activities: specific to field-based team sports. *Sports Med*, 35, 1025-1044.

Cardiorespiratory responses of trained cerebral palsy cyclist during exhaustive severe event: a case study

Pierre-Marie Leprêtre and Thierry Weissland

Laboratoire des « Adaptations Physiologiques à l'Exercice et Réadaptation à l'Effort », EA-3300, UFR-STAPS, Université Picardie Jules Verne, France.

Introduction

de Groot et al. (2012) reported a lower strength but similar maximal oxygen uptake (VO_2) and the associated power ($\text{pVO}_{2\text{peak}}$) in untrained adults with cerebral palsy (CP) compared to healthy counterparts. Ludberg (1978) also attributed the poor mechanical performance in CP to the extra O_2 cost required for muscle changes during cycling exercise and fatigue to reduced VO_2 (Bar-Or 1986). Muscle strength and O_2 delivery may be limiting factors in CP for exercise. In fact, CP presented important fluctuations of breathing pattern, with tidal volume accounting for most of the variability in healthy adults (Potter & Unnithan, 2005). The aim of this study was to determine the ability of trained subject with CP to attain and maintain a high VO_2 value during exhaustive constant cycling event.

Method

On separated days, a French para-cycling team member with CP performed on cyclus2 ergometer (RBM, Germany): 1) an incremental test (GCT) to determine maximal values of VO_2 , cardiac output (CO), heart rate (HR) and $\text{pVO}_{2\text{peak}}$; 2) a time to exhaustion at $\text{pVO}_{2\text{peak}}$ (tlim) after 30-min warm-up. Breath frequency, tidal volume and VO_2 values were continuously measured by gas exchange analyzer (K4b², Cosmed, Italia), and cardiac parameters by impedance (Physioflow, Manatec, France). Modeling data (time constant, i.e. τ_1) and oxygen deficit (DO_2) were calculated according to Demarle et al. (2001).

Result

Maximal values of VO_2 , CO and HR measured during tlim (6min05) corresponded to 59.1% (35.6 vs. 60.2 $\text{mLO}_2 \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$), 93.3% (21.9 vs. 23.5 $\text{L} \cdot \text{min}^{-1}$) and 100% (210 vs. 209 bpm) of the peak GCT values. Figure 1A, 1B, 1C and 1D presented the best fit over time of cardiorespiratory variables during Tlim. The low VO_2 response was explained rather than a weak value of tidal volume (tlim: 0.92 vs. GCT: 1.68L), which rose continuously during tlim, rather than breath frequency (tlim: 81.6 vs. GCT: 72.2 $\text{breath} \cdot \text{min}^{-1}$). After an abrupt increase, breath frequency dropped until exhaustion. Other cardio-respiratory responses to tlim were fitted to a mono-exponential model. $\tau_1\text{HR}$ was shorter than $\tau_1\text{VO}_2$, which was greater than $\tau_1\text{CO}$. DO_2 was equal to 4.77 LO_2 .

Discussion

In trained CP, tlim was similar to data previously reported in trained healthy subjects, which contrasted to premature fatigue in untrained CP attributed in the weakness of endurance muscle strength (de Groot et al. 2012) or a high O_2 cost of locomotion (Ludberg 1978). Studying the responses over time of cardiorespiratory parameters during the transition from rest to maximal cycling exercise performed until exhaustion provides important information about the limiting factors of O_2 delivery, the ability of skeletal muscles of the locomotion to utilize O_2 and the anaerobic contribution to exercise. Previously, Potter and Unnithan (2005) showed that the VO_2 amplitudes of children with CP are commonly small. They explained their observation by the reduced maximal aerobic capacity and the lack of O_2 -consuming skeletal muscle in untrained CP subjects. In addition, they reported a large noise magnitude in breathing patterns during non-habitual activity (Potter & Unnithan, 2005). The present study focused on the cardiorespiratory responses of a trained cyclist with cerebral palsy. Our trained subject presented a similar breathing noise compared to trained able-bodied counterparts. Although a rapid increase at the onset of Tlim,

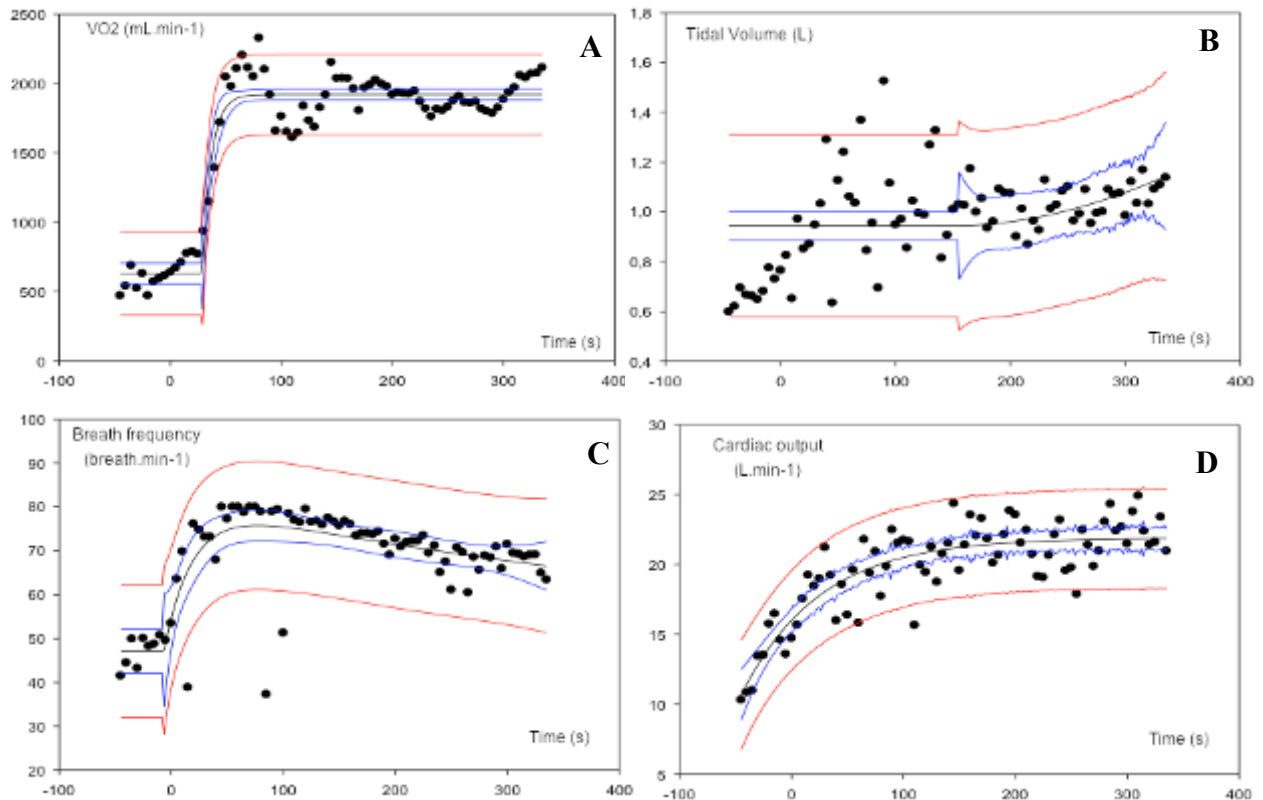


Figure 1. Modeling of VO_2 (A), tidal volume (B), breath frequency (C) and cardiac output (D) data during time to exhaustion at the power associated at the maximal oxygen uptake value.

Breath frequency continuously decreased until exhaustion. In contrast, tidal volume value rose over time but it remained lower compared to its maximal value measured during the incremental test. Potter and Unnithan (2005) reported that untrained CP exhibit a reduced respiratory efficiency during exercise, with a higher ventilatory equivalent for O_2 during submaximal and maximal exercise compared to control. Spasticity in the respiratory muscles may interfere with the breathing pattern of CP children, which could explain a longer $\tau_1 \text{VO}_2$ than $\tau_1 \text{HR}$ in our trained CP cyclist. Ventilation rather than CO also explained the low value of VO_2 during sustained severe exercise with regard to GCT. Respiratory muscle fatigue induced by warm-up and competitive limb muscle recruitment at the onset of strenuous exercise could explain VO_2 responses.

Reference

- Bar-Or, O. (1986). Pathophysiological factors which limit the exercise capacity of the sick child. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 18(3), 276-82.
- de Groot, S., Dallmeijer, A. J., Bessems, P.J., Lamberts, M. L., van der Woude, L.H., Janssen, T. W. (2012). Comparison of muscle strength, sprint power and aerobic capacity in adults with and without cerebral palsy. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 44(11), 932-8.
- Demarle, A. P., Slawinski, J. J., Laffite, L. P., Bocquet, V.G., Koralsztejn, JP., Billat, V. L. (2001). Decrease of O_2 deficit is a potential factor in increased time to exhaustion after specific endurance training. *Journal of Applied Physiology*, 90(3), 947-53.
- Lundberg, A. (1978). Maximal aerobic capacity of young people with spastic cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 20(2), 205-10.
- Potter, C. R. & Unnithan, V. B. (2005). Interpretation and implementation of oxygen uptake kinetics studies in children with spastic cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*. 47(5), 353-7.

Session Orale N°8

Performance

(Modérateur : Jean-Benoît Morin)

Analyse des sollicitations musculaires des membres inférieurs en tennis de table

Yann Le Mansec¹, Sylvain Dorel¹, Antoine Nordez¹ & Marc Jubeau¹

¹ Laboratoire « Motricité, Interactions, Performance » (EA 4334), Université de Nantes
yann.le-mansec@univ-nantes.fr

Introduction

L'analyse de l'activité en tennis de table a été relativement bien documentée au niveau des paramètres cardiorespiratoires (e.g. fréquence cardiaque) et/ou métaboliques (e.g. lactatémie) (Zagatto, Morel, & Gobatto, 2010). En revanche, il n'existe à notre connaissance aucune étude ayant cherché à analyser les sollicitations musculaires, en particulier des membres inférieurs, bien que ces derniers contribuent significativement aux déplacements et à la production de force lors des frappes. L'objectif de cette étude était donc d'analyser le niveau d'activité électromyographique (EMG) de 8 muscles des membres inférieurs lors de la réalisation de 5 frappes caractéristiques de l'activité du pongiste.

Méthodes

Quatorze sujets masculins (âge : 27 ± 5 , taille : 178 ± 5 , poids : 74 ± 8), évoluant au niveau national en tennis de table ont participé à cette étude. Après avoir réalisé un échauffement standardisé, les sujets ont réalisé 2 tests maximaux (Squat jump et des contractions maximales volontaires isométriques des muscles fléchisseurs du genou) afin de déterminer le niveau d'activité maximal pour chaque muscle et ainsi normaliser l'activité musculaire mesurée lors de chaque frappe par rapport à son activité maximale mesurée dans les tests. En effet, en raison de la faible activation du biceps femoris lors du SJ, il a été décidé de normaliser le niveau d'activité de ce muscle par une contraction isométrique. Chaque sujet avait cinq frappes différentes à réaliser : top coup droit, top revers, smash, flip, lift coup droit. Un robot a été utilisé (Robo-Pong 2040 Donic, Völkingen, Allemagne) pour envoyer les balles lors de la mesure des frappes afin d'assurer une stabilité entre les répétitions. Pour chaque frappe, les sujets réalisaient 15 essais. La consigne donnée aux joueurs était de jouer la balle de la même manière que lors d'un match.

Le signal EMG de surface de 8 muscles (gluteus maximus, GMax ; biceps femoris, BF ; vastus lateralis, VL ; vastus medialis, VM ; rectus femoris, RF ; gastrocnemius lateralis, GL ; gastrocnemius medialis, GM, soleus, SOL) a été enregistré sur le membre inférieur correspondant à la main tenant la raquette (droite pour un droitier). Les signaux EMG étaient enregistrés et amplifiés (1 KHz) à l'aide d'un dispositif portable (ME6000P16, Mega Electronics Ltd[®], Kuopio, Finlande). Toutes les données EMG ont été analysées à l'aide du logiciel Origin 6.1 (OriginLab Corporation, Northampton, MA, USA). Les signaux ont été filtrés à l'aide d'un filtre passe haut (15 Hz). Une enveloppe RMS (fenêtre de calcul 25 ms) a ensuite été calculée pour chacun des muscles. Pour chaque muscle, nous avons moyenné sur une durée de 30 ms l'activité EMG au moment de son amplitude maximale, i.e. pic d'activité.

Résultats et discussion

Une ANOVA à 2 facteurs Muscle * Frappe a montré l'existence d'un effet principal « muscle » ($P < 0.001$), d'un effet « frappe » ($P < 0.001$) ainsi que d'une interaction muscle*frappe ($P < 0.001$). Des différences de niveaux d'activité selon le muscle ou la frappe considérés ont ainsi été observées (Figure 1). De manière intéressante, les frappes qui sont les plus offensives telles que le smash ou le top spin coup droit sont celles qui ont induit les plus hauts niveaux d'activité musculaire par rapport au top revers et au flip ($P < 0.001$). Les muscles extenseurs de la hanche sont particulièrement sollicités ($\approx 80\%$ de leur activité maximale) lors des frappes de haute intensité, i.e., smash et top spin coup droit (figure 1) comparativement à leur niveau d'activité lors d'un top revers ou d'un flip (entre 25 et 40% de leur activité maximale) ($P < 0.001$). La répartition du poids de corps, pour

l'essentiel sur la jambe côté raquette, explique vraisemblablement ces sollicitations importantes des extenseurs de hanche lors de ces frappes. À l'exception du lift coup droit, pour lequel la position fléchie implique fortement les muscles extenseurs du genou, les fléchisseurs plantaires sont généralement plus activés (entre 60 et 80% de leur activité maximale) que les muscles quadriceps (Figure 1), ce qui peut s'expliquer en partie par des contraintes biomécaniques (e.g. talons surélevés associés à une extension de hanche).

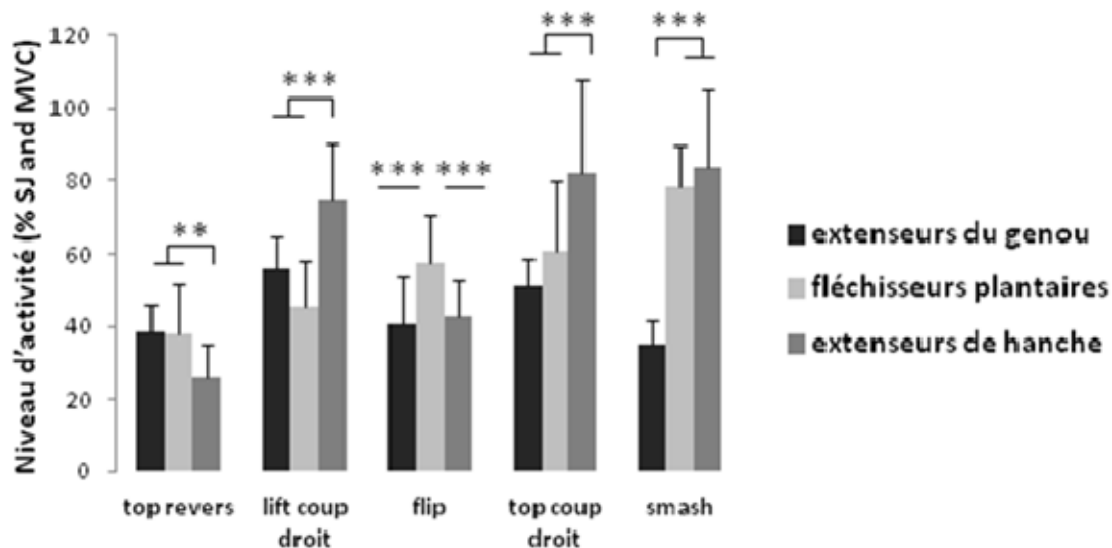


Figure 1. Comparaison des niveaux d'activité \pm écart type du triceps sural (moyenne des valeurs du GL, GM et SOL), du quadriceps (moyenne des valeurs du VL, VM et RF) et des extenseurs de hanche (moyenne des valeurs du GMax et BF).

*, **, ***significativement différent pour $p < 0.05$, $p < 0.01$, $p < 0.001$, respectivement.

Conclusion

Ce travail a permis d'étudier les sollicitations des muscles des membres inférieurs en tennis de table ainsi que de distinguer les frappes les plus sollicitantes musculairement. Cette étude met clairement en évidence de nombreuses disparités en fonction du muscle et/ou de la frappe considérés. Ces différences peuvent être imputables à i) la finalité de la frappe, i.e. les frappes visant le gain immédiat (top coup droit, smash) ou différé (flip, top revers, lift coup droit) du point, et ii) des contraintes biomécaniques inhérentes aux différentes situations rencontrées par les joueurs (i.e., niveau de flexion engagé, rotation interne, contact des talons au sol) (Tamaki, Kitada, Akamine, Sakou, & Kurata, 1997). In fine, cette étude apporte des informations utiles pour les entraîneurs et/ou préparateurs physiques pour préparer efficacement les pongistes et ainsi optimiser leur performance.

Références

- Tamaki, H., Kitada, K., Akamine, T., Sakou, T. & Kurata, H. (1997) Electromyogram patterns during plantarflexions at various angular velocities and knee angles in human triceps surae muscles. *European Journal of Applied Physiology* 75(1), 1–6.
- Zagatto, A.M., Morel, E.A. & Gobatto, C.A. (2010) Physiological responses and characteristics of table tennis matches determined in official tournaments. *Journal of Strength & Conditioning Research* 24(4), 942-949.

Effets de la période de préparation pré-compétitive sur l'évolution du profil musculaire isocinétique des membres inférieurs de handballeurs professionnels de niveau international

Olivier Maurelli¹, Pierre Louis Bernard², Romain Dubois³, Said Ahmaidi¹ & Jacques Prioux⁴

¹ Laboratoire « Adaptations physiologiques à l'exercice et réadaptations à l'effort » (EA-3300 : APERE), Université de Picardie Jules Verne, Amiens, France ; ² Movement to Health (M2H), Université de Montpellier 1, Montpellier, France ; ³ Laboratoire « Activité Physique, Performance et Santé » (EA-4445), Université de Pau et des Pays de l'Adour ; ⁴ Laboratoire « Mouvement, Sport, Santé » (EA-1274), Université de Rennes, ENS de Rennes.
oliviermaurelli@gmail.com

Introduction

Une saison en sport collectif est longue et contraignante. Afin d'optimiser les capacités physiques et de limiter les phénomènes de fatigue s'installant progressivement (Gonzales-Ravé et al., 2014), la PPC aide les joueurs à mieux appréhender les contraintes musculaires répétées (Frisch et al., 2011). Au cours de cette période, le travail de l'ensemble des qualités physiques peut perturber l'optimisation spécifique d'une d'entre elles (Gorostiaga et al., 1999). Au regard de l'importance de la qualité de force des membres inférieurs en handball, il apparaît intéressant d'analyser l'influence de cette période sur l'évolution de la force maximale isocinétique des muscles de l'articulation du genou chez des joueurs professionnels de niveau international (Croisier et al., 2008). Le but de cette étude était donc de comparer les effets de la PPC sur les valeurs de pics de couple de force des fléchisseurs et extenseurs du genou. Notre hypothèse était que la PPC, ayant pour objectif de développer l'ensemble des qualités physiques déterminantes de la performance, permet d'augmenter significativement les paramètres de force maximale exprimée par les pics de couple isocinétiques.

Méthode

Sujets. Les 19 handballeurs étaient tous issus du club professionnel de Ligue 1 de Montpellier. La totalité de ces joueurs étaient des internationaux français ou étrangers. Les valeurs moyennes (\pm SD) pour l'âge, le poids et la taille de ces sujets étaient respectivement de 26.6 ans (\pm 5.4), 91.8 kg (\pm 12.54) et 189.5 cm (\pm 5.15). **Test isocinétique.** Le protocole de test isocinétique a été réalisé avant et après la PPC non spécifique. Chaque sujet avait bénéficié d'une période d'échauffement standardisée de 5 minutes sur bicyclette ergométrique à une résistance de 60 watts (90 rotations.min⁻¹), suivie d'étirements musculaires des muscles psoas, quadriceps (Q), ischio-jambiers (IJ) et gastrocnemius sur 2 séries de 20s par groupe musculaire. Les sujets étaient évalués sur dynamomètre isocinétique Biodex Système 3[®] avec correction de la gravité. Les évaluations étaient réalisées en mode concentrique puis excentrique sur une amplitude articulaire de 70°. Un sanglage du tronc, un angle de 110° entre le tronc et les cuisses et les membres supérieurs croisés sur le tronc étaient imposés afin d'éviter les compensations. L'évaluation était réalisée du côté dominant sur une série de 5 répétitions à 60°.s⁻¹, suivie d'une minute de récupération puis d'une nouvelle série de 5 répétitions à 240°.s⁻¹. Pour finir, l'évaluation comprenait une série de 3 répétitions en excentrique à 30°.s⁻¹. Les sujets récupéraient pendant 5 minutes avant l'évaluation du côté contro-latéral (même procédure). Le pic de couple (N.m) était exprimé en valeurs absolues et normalisées par la masse corporelle. **Période pré-compétitive (PPC).** Cette période d'une durée de 8 semaines était structurée de la façon présentée dans le Tableau 1 : (i) 2 semaines de préparation physique générale comprenant 3 séances de renforcement musculaire par semaine sur les membres inférieurs (intensité de 30 à 60% de la force maximale), suivies par (ii) 4 semaines de travail plus spécifique, comprenant 4 séances par semaine dont 2 étaient consacrées aux membres inférieurs (intensité allant de 70 à 90% de la force maximale) et enfin, (iii) 2 dernières semaines d'affutage avec 2 séances par semaine sur les muscles des membres inférieurs (intensité de 50 à 60% de la force

maximale). **Analyse statistique.** Un test non-paramétrique de Wilcoxon pour séries appariées était utilisé pour les comparaisons (pré et post PPC) avec un niveau de significativité fixé à $p < 0.05$.

Semaines	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
Phases	Générale		Spécifique				Affutage	
Intensité (%/RM)	30 à 40%	40 à 60%	70 à 80%	80 à 90%	90%	90%	60%	50-60%
Séances/semaine	3	3	4	4	3	3	2	2

Tableau 1. Structuration de la période pré-compétitive.

Résultats

La comparaison des valeurs de pic de couple mesurées à $60^\circ.s^{-1}$ en concentrique, avant et après la PPC ne montre aucune différence significative pour les Q, tant du côté dominant que du côté opposé. Pour les IJ, des deux côtés, nous observons une augmentation significative ($p < 0.001$) des valeurs (Figure 1). A $240^\circ.s^{-1}$, l'analyse montre une augmentation significative ($0.001 < p < 0.005$) des pics de couple des Q et des IJ en concentrique et des deux cotés (Figure 2).

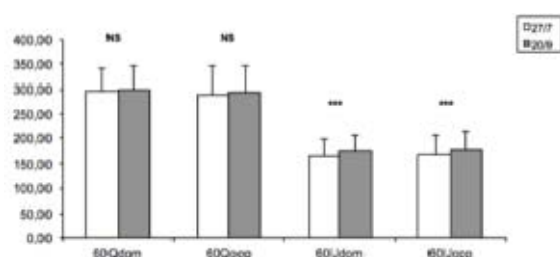


Figure 1. Evolution du pic de couple en concentrique à $60^\circ.s^{-1}$ (* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$)

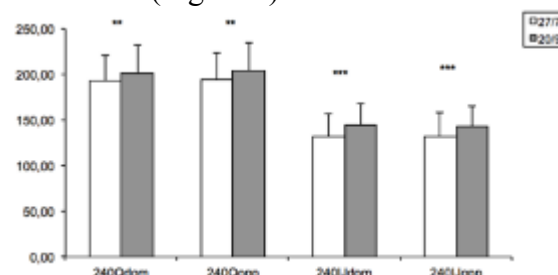


Figure 2. Evolution du pic de couple en concentrique à $240^\circ.s^{-1}$ (* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$)

Discussion

Ce travail met en évidence des effets significatifs de la PPC non spécifique sur les pics de couple concentriques isocinétiques des IJ à $60^\circ.s^{-1}$ ainsi que des Q et des IJ à $240^\circ.s^{-1}$ tant du coté dominant qu'opposé chez des handballeurs professionnels de très haut niveau. Malgré (i) la complexité de la gestion de cette période de développement des qualités physiques générales, (ii) le peu de temps consacré à un travail à charge maximale et (iii) l'absence d'un long bloc de travail spécifique, nos résultats montrent une augmentation significative des niveaux de force maximale isocinétique des muscles de l'articulation du genou. Notre hypothèse semble donc vérifiée.

Références

- Bernard PL, Amato M. (2009). Influence de l'activité physique et de l'âge sur les adaptations musculaires du genou: application à la gymnastique et au football. *Sciences & Sport*. 24: 73-77.
- Croisier JL, Ganteaume S, Binet J, Genty M, Ferret JM. (2008). Strength imbalances and prevention of hamstring injury in professional soccer players: a prospective study. *Am J Sports Med*. 36 (8): 1469-75.
- Frisch A, Urhausen A, Seil R, Croisier JL, Windal T, Theisen D. (2011). Association between preseason functional tests and injuries in youth football: a prospective follow-up. *Scand J Med Sci Sports*. 21 (6): 468-76.
- González-Ravé JM, Juárez D, Rubio-Arias JA, Clemente-Suarez VJ, Martinez-Valencia MA, Abian-Vicen J. (2014). Isokinetic leg strength and power in elite handball players. *J Hum Kinet*. 8 (41): 227-33.
- Gorostiaga EM, Izquierdo M, Iturralde P, Ruesta M, Ibanez J. (1999). Effects of heavy resistance training [...] in adolescent handball players. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 80 (5): 485-93.

Privation de sommeil lors du The North Face® Ultra Trail du Mont Blanc® 2014 (UTMB®) : effet de l'âge et de la dette de sommeil sur la somnolence en course

Rémy Hurdiel¹, Benoît Mauvieux², Gautier Zunquin¹, Thierry Pezé¹, Patrick Basset³ & Denis Theunynck¹

¹ Unité de Recherche Pluridisciplinaire Sport, Santé, Société - EA 7369, Université du Littoral Côte d'Opale, Dunkerque, France

² Mobilités : Attention, Orientation & Chronobiologie (COMETE, UMR 1075 INSERM & UCBN), 14032 Caen Cedex

³ Dokever, Pierre-Bénite, France

remy.hurdiel@orange.fr

Introduction

On observe durant la dernière décennie une augmentation considérable du nombre de concurrents aux épreuves d'ultra-endurance. Ces courses engendrent de forte privation de sommeil (Millet et al. 2011 ; Hurdiel et al., 2015) car dormir ou faire la sieste est souvent perçu comme une faiblesse qui compromet la performance sportive. Or, le manque de sommeil amène des répercussions négatives sur la somnolence, l'attention et la concentration même s'il existe de fortes différences de sensibilité interindividuelles (Van Dongen et al., 2004). L'objectif de notre étude était d'observer les effets du manque de sommeil chez des coureurs d'une course de 168 km et avons fait l'hypothèse qu'il existait chez ces athlètes des facteurs individuels de vulnérabilité au manque de sommeil.

Méthode

Deux cent trente-sept des 2434 participants au départ du The North Face® Ultra Trail du Mont Blanc® 2014 (UTMB®) ont été recrutés (soit 9.7%). Les coureurs devaient effectuer 168 km et 10.000 m de dénivelé positif en 46h maximum. La veille du départ, pendant l'épreuve tous les 30 km environ et immédiatement après leur arrivée, les coureurs ont réalisé une batterie de tests. Ils étaient invités à renseigner leur somnolence subjective (Echelle de Karolinska - KSS), à mesurer leur performances cognitives par un test de substitution de symboles de 60 secondes (Digit Substitution Symbol Test – DSST), à donner des informations sur leur temps de sommeil (heures, lieux et durées) et évoquer les troubles vécus associés au manque de sommeil (fautes techniques, somnolence, hypersomnolence, hallucinations et perte de souvenirs de la course). Un questionnaire général sur l'antropométrie du coureur, sur ses habitudes de sommeil et sa préparation a également été administré avant la course. Au final, 61 coureurs (âgés de $42,4 \pm 8,1$ ans ; 59 hommes et 2 femmes) ayant terminé l'épreuve ont été retenus dans l'analyse finale. Ces derniers ont, en moyenne, accepté 5,4 fois de participer aux différents tests pendant la course.

Résultats

Les coureurs ont effectué le parcours en $41,8 \pm 3,4$ h (extrêmes: 29,95 h et 45,58 h, respectivement 108^{ième} et 1523^{ième}). Le sommeil accumulé par les coureurs était de 44 ± 41 min en $1,7 \pm 1,5$ sieste. Vingt et un coureurs (21), soit 34 %, n'ont pas dormi du tout. L'analyse statistique (Mixed- Effect ANOVA) révèle que le temps de course n'explique pas la quantité de sommeil prise au cours de celle-ci ($P=0,63$). 73% des coureurs ont évoqué avoir connu des troubles associés au manque de sommeil. 24 % ont évoqué avoir fait des fautes techniques, 23 % disent avoir été somnolents, 29 % hyper-somnolents et 5 % ont eu des périodes de la course dont ils ne se souviennent pas. 44 % ont vécu des phénomènes hallucinatoires. Les coureurs n'ayant pas dormi rapportent avoir eu moins de problèmes liés au manque de sommeil que ceux ayant dormi ($P=0,022$) indépendamment du temps de course ($P=0,64$). L'analyse de régression révèle une augmentation significative du score KSS au cours de la course ($P<0,0001$). Le score KSS de l'arrivée n'est significativement pas différent de celui du départ (Figure 1). La variation des performances cognitives au DSST, n'atteint pas le seuil

de significativité ($P=0,35$). L'âge entré en covariable a eu un effet négativement significatif sur le score KSS en course ($P=0,032$) tout comme la dette de sommeil évoquée avant la course ($P=0,009$).

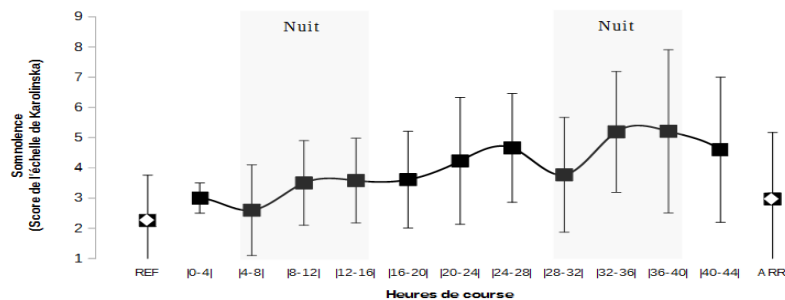


Figure 1. Score de somnolence subjective (Karolinska Sleepiness Scale) au cours de la course. Ce score mesuré la veille de la course (REF) augmente significativement ($P<0,0001$) au cours de la course et s'effondre à l'arrivée.

Discussion

Les résultats montrent que le manque de sommeil affecte négativement les coureurs d'ultra endurance indépendamment de leur performance sportive et que la somnolence varie au cours de la course, en augmentant par paliers pour atteindre des pics au cours de la période nocturne (Thun et al., 2014 ; Hurdiel et al., 2015). Nous observons que les athlètes n'ayant pas dormi rapportent avoir été moins affectés par le manque de sommeil que ceux ayant dormi ce qui pourrait évoquer des différences de vulnérabilité interindividuelles au manque de sommeil (Van Dongen et al., 2004). Un âge plus faible a conduit à une augmentation significative de la somnolence subjective (KSS) ce qui avait déjà été montré en laboratoire (Philip et al., 2004) mais jamais sur le terrain ni chez des sportifs. L'augmentation du niveau de dette de sommeil rapporté avant la course semble avoir eu également un effet délétère sur la somnolence (Poussel et al. 2015). Nous suggérons que ces facteurs soient considérés par les coureurs dans la gestion et dans la préparation de leurs courses.

Références

- Hurdiel, R., Pezè, T., Daugherty, J., Girard, J., Poussel, M., Poletti, L., Basset, P., & Theunynck, D. (2015). Combined effects of sleep deprivation and strenuous exercise on cognitive performances during The North Face® Ultra Trail du Mont Blanc® (UTMB®). *Journal of Sport Sciences*, 33(7), 670-674.
- Millet, G. Y., Tomazin, K., Verges, S., Vincent, C., Bonnefoy, R., Boisson, R. C., & Martin, V. (2011). Neuromuscular consequences of an extreme mountain ultra-marathon. *PLoS One*, 6(2), e17059.
- Philip, P., Taillard, J., Sagaspe, P., Valtat, C., Sanchez - Ortuno, M., Moore, N., & Bioulac, B. (2004). Age, performance and sleep deprivation. *Journal of sleep research*, 13, 105-10.
- Poussel, M., Laroppe, J., Hurdiel, R., Girard, J., Poletti, L., Thil, C., ... & Chenuel, B. (2015). Sleep Management Strategy and Performance in an Extreme Mountain Ultra-marathon. *Research in Sports Medicine*, (ahead-of-print), 1-7.
- Thun, E., Bjorvatn, B., Flo, E., Harris, A., & Pallesen, S. (2015). Sleep, circadian rhythms, and athletic performance. *Sleep medicine reviews*, 23, 1-9.
- Van Dongen, H. P., Baynard, M. D., Maislin, G., & Dinges, D. F. (2004). Systematic interindividual differences in neurobehavioral impairment from sleep loss: Evidence of trait-like differential vulnerability. *Sleep*, 27(3), 423-433.

Couplage du géo-positionnement satellitaire, de l'accélérométrie, et de la mesure de la fréquence cardiaque dans la détection de différents types d'activités physiques et sédentaires

Rémy Dumond^{1,2}, Alexis Le Faucheur^{1,2,5}, Pierre-Yves de Müllenheim¹, Hala Abdul Rahman³, Sandrine Bickert⁴, Guillaume Mahé⁵, Bénédicte Noury-Desvaux⁶, Jacques Prioux^{1,2}

¹Laboratoire « Mouvement, Sport, Santé » (EA 1274), UFR STAPS, Université de Rennes 2,

²Département Sciences du Sport et éducation physique. Ecole Normale Supérieure de Rennes.

³Laboratoire traitement du signal et de l'image, université de Rennes 1, Rennes

⁴Laboratoire des Explorations Fonctionnelles de l'Exercice, CHU Angers.

⁵INSERM, Centre d'Investigation Clinique, CIC 1414, Rennes.

⁶Institut de Formation en Education Physique et en Sport d'Angers, Les Ponts-de-Cé.

remy.dumond@ens-rennes.fr

Introduction

La détection de l'activité physique (AP), via le traitement des données brutes du signal accélérométrique et le recours à des méthodes d'apprentissage automatique, a fait l'objet d'un nombre important d'études ces dernières années (*e.g.*, Gupta & Dallas, 2014). Ces modèles mathématiques ont été principalement développés à partir d'algorithmes de classification calibrés en laboratoire et non pas en situation écologique (Bastian *et al.*, 2015). Dans un contexte d'activités d'extérieur, le déplacement en bicyclette et les déplacements assis et/ou debout en véhicule motorisé ont été des activités peu étudiées. La majorité des études utilisent l'accélérométrie avec des erreurs de détection qui subsistent à la fois pour des AP aux patterns proches et pour les activités sédentaires. Le couplage de plusieurs capteurs a été beaucoup moins investigué alors qu'il pourrait améliorer la détection de ces activités (*e.g.*, Ellis *et al.*, 2014). L'objectif de notre étude était de déterminer la performance de détection d'activités physiques et sédentaires à partir du couplage du géo-positionnement satellitaire (GPS), de l'accélérométrie et de la mesure de fréquence cardiaque. L'hypothèse était que le couplage des capteurs offre une meilleure performance de détection que l'utilisation isolée des capteurs. Cette étude s'inscrit dans le cadre du protocole de recherche « ACTI-GPS » (promoteur : CHU Angers ; référence NIH n° NCT01805219). Les données sont en cours de traitement et seront présentées lors du congrès. Seule la méthodologie de l'étude et les données préliminaires sont donc décrites ci-après.

Méthode

Protocole. Les données ont été collectées sur 14 sujets sains (23,6±3,5 ans) équipés de quatre accéléromètres Actigraph® wGT3x+ (cheville, hanche, poignet et thorax), trois GPS GlobalSat® DG-100 (poignet, bras et épaule) et un cardiofréquencemètre Polar® RS800CX (thorax). Chaque sujet réalisait trois séquences d'activités (Figure 1). Les séquences n°1 et n°2 étaient composées : i) d'une activité sédentaire statique (assis et debout ; durée 10 min) ; ii) de trois activités physiques différentes (marche à 4 et 5 km.h⁻¹, course à pieds à 8 et 11 km.h⁻¹, et pédalage sur bicyclette à 11 et 20 km.h⁻¹ ; durée 10 min) ; iii) d'une activité de transport motorisé (bus et voiture ; durée 15-20 min). La séquence n°3 consistait en un enchaînement libre de ces mêmes activités dont le type et la



Figure 1. Positionnement des capteurs et protocole expérimental.

durée étaient évalués par un investigateur. Pour les séquences n°1 et n°2, l'intensité, l'ordre de passage des différentes activités et le placement des appareils étaient randomisés. Le temps de repos entre chacune des activités était au minimum de cinq minutes.

Analyse des données. A l'aide d'un traitement informatique les signaux de données ont été segmentés en fenêtres de 5 secondes avec une fenêtre glissante de 2.5 secondes. À partir de ces fenêtres plusieurs descripteurs ont été calculés à la fois dans le domaine temporel (e.g., moyenne, variance, coefficient de dissymétrie, coefficient d'aplatissement, autocorrélation), fréquentiel (e.g., pic de transformée de Fourier, puissance du signal, entropie) et métrique (e.g., distance euclidienne, méthode d'alignement temporel non linéaire). Les algorithmes « k plus proches voisins » et « Support Machine Vector » utilisent les descripteurs pour classifier et constituer un ensemble de modèles (phase d'entraînement, Figure 2). Pour valider les modèles, un échantillonnage « leave-k-out » a été réalisé afin d'évaluer la précision de la reconnaissance à partir de données de k sujets qui n'appartiennent pas à la base de données de l'entraînement (phase de test, Figure 2).

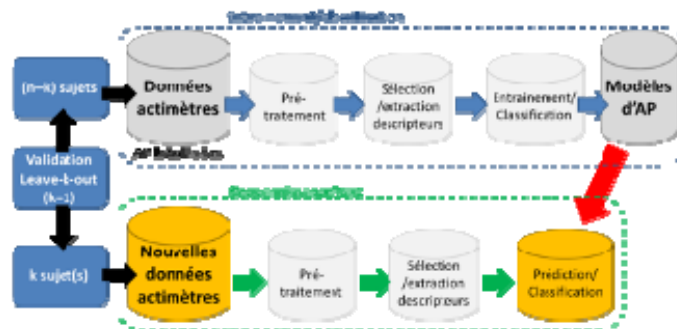


Figure 2. Modélisation de la reconnaissance automatique.

Résultats et Discussion

La Figure 3 montre les signaux recueillis à partir d'un accéléromètre et d'un récepteur GPS. L'exemple appartient à un échantillon de la séquence n°3. L'intérêt de la séquence n°3 est de pouvoir valider les algorithmes implémentés à partir de la séquence n°1 et n°2. L'observation graphique rend compte de motifs caractéristiques à la fois pour chaque activité et pour chaque capteur. Ces motifs devraient permettre d'améliorer la détection des activités grâce au couplage des capteurs (les résultats seront présentés lors du congrès).

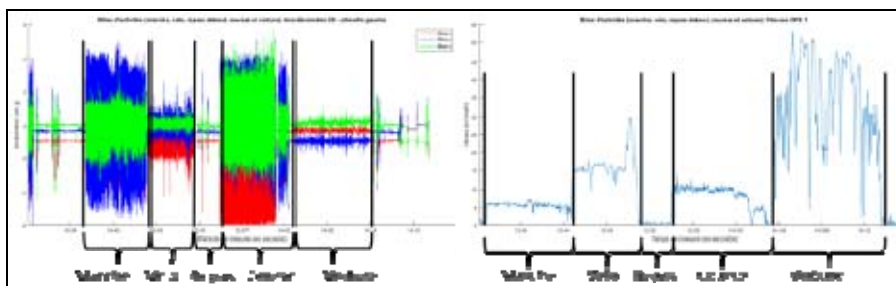


Figure 3. Caractéristiques des activités à partir de signaux d'accélérations (à gauche) et GPS (à droite).

Références

- Bastian, T., Maire, A., Dugas, J., Ataya, A., Villars, C., Gris, F., ... Simon, C. (2015, Jan). Automatic identification of physical activity types and sedentary behaviors from triaxial accelerometer: laboratory-based calibrations are not enough. *J App Physiol*, 118, 716–722.
- Ellis, K., Godbole, S., Marshall, S., Lanckriet, G., Staudenmayer, J., & Kerr J. (2014, April). Identifying active travel behaviors in challenging environments using GPS, accelerometers, and machine learning algorithms. *Frontiers in Public Health*, 36(2).
- Gupta, P., & Dallas, T. Feature Selection and Activity Recognition System Using a Single Triaxial Accelerometer. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 61(6), 2014, p. 1780–1786.

Effects of emotional stimuli on power output and associated surface EMG activity during repeated sprints on cycle ergometer

Hamdi Jaafar, Majdi Rouis, Laure Coudrat, Giovanni de Marco & Tarak Driss

Laboratoire CeRSM (EA 2931), UFR STAPS, Université Paris Ouest Nanterre La Défense, France
hamdi.jaafar@u-paris10.fr

Introduction

It has been suggested that emotion influences human performance during many tasks (Baron et al., 2011). The regulation of muscular power output during physical activity is controlled by the processing of multiple sensory information through a cognitive strategy, i.e, pacing strategy (St Clair Gibson and Noakes, 2004). According to the central governor model (CGM), pleasant and unpleasant emotional states induced by the perception of pleasant and unpleasant stimuli, respectively, have the potential to regulate exercise intensity during submaximal exercises.

The aims of the present work were to study the regulation of high exercise intensity by analyzing the impact of emotion on EMG activity during repeated sprint exercises (RSE) and to verify whether the disappearance of the emotional effect on power output from the third to the fifth sprints during a 5 × 6-s cycling RSE (Coudrat et al., 2014) results from either reduced central motor drive or the development of peripheral fatigue.

Methods

Twelve active and healthy males participated in this study. The subjects were familiarized with the testing environment, equipment, and specific requirements of cycling exercises one week prior to the experimental period. All subjects performed in a random order on separate occasions (2 days apart) three RSE on a cycle ergometer (Monark 894E, Sweden). Before each RSE, subjects performed a standardized warm-up. Each RSE was performed in front of a white wall on which pleasant (P), unpleasant (U) or neutral (N) picture selected from the International Affective Picture System were presented (Coudrat et al., 2014). Each RSE consisted of 5 × 6-s sprints separated each by 24-s of passive recovery period. The braking force was set at 6% of subject's body mass. The mean power output (MP), defined as the average power elicited throughout the 6-s of the sprint was calculated for each sprint. The surface EMG of the vastus lateralis and the vastus medialis of the right leg were continuously recorded using a wireless EMG unit (ZeroWire Aurion®, Italy). Recording electrodes were fixed at a constant inter-electrode space of 2 cm over the muscle belly placed longitudinally to the underlying muscle fibre direction according to the European recommendations for sensors and sensor placement procedures and signal processing methods for surface EMG (Hermens et al., 2000). The EMG signal was analyzed in the time and frequency domains by calculating the root mean square (RMS) and the median frequency (MF) of the signal during each sprint. In addition, neuromuscular efficiency (NME) was calculated as the ratio of MP to RMS. This ratio is commonly used to examine the development of peripheral fatigue during exercise (Racinais et al., 2007). All dependent variables were analyzed using a two-way ANOVA with repeated measures (picture × sprint). Post-hoc analyses were conducted using the Bonferroni test. The probability level was set at $P < 0.05$.

Results

ANOVA showed a significant main effect of picture and sprint for MP ($P < 0.001$). Indeed, higher MP was observed in neutral and pleasant pictures compared to unpleasant ones. However, this emotional effect on MP was observed only for the two first sprints (Figure 1). Furthermore, a significant main effect of picture on RMS and MF was observed. RMS and MF were higher when viewing pleasant compared with unpleasant pictures (Figures 2 and 3). This emotional effect persisted from the first to the last sprint. In addition, MF and NME decreased significantly from the third sprint compared to the first sprint ($P < 0.05$).

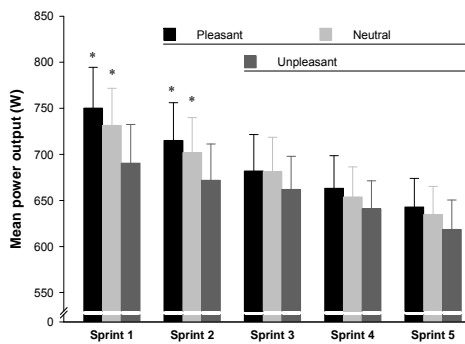


Figure 1. Mean (SE) across the pictures category and sprints for mean power (MP). When compared to the 1st sprint, MP decreased significantly (horizontal line) from the 2nd sprint in the neutral and pleasant sessions and from the 3rd sprint in the unpleasant session.
*: $p < 0.05$.

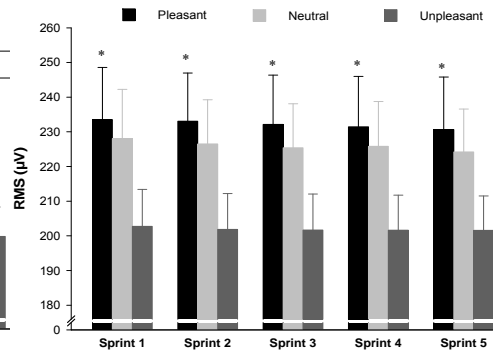


Figure 2. Mean (SE) across the pictures category and sprints for root mean square (RMS).
*: $p < 0.05$.

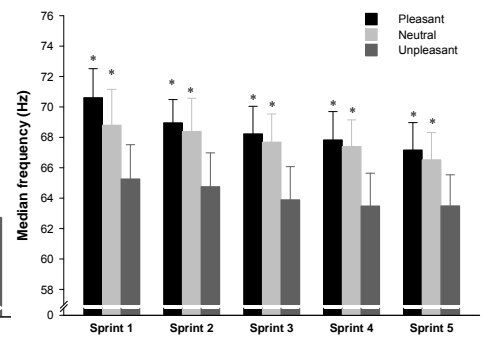


Figure 3. Mean (SE) across the pictures category and sprints for median frequency (MF).
*: $p < 0.05$.

Discussion

In line with the proposal of the CGM (St Clair Gibson and Noakes, 2004) and the findings of Baron et al. (2011), the results of the present study showed that emotion centrally impacts neuromuscular performance during a 5×6 -s cycling RSE. Indeed, the higher mechanical output observed during the first two sprints in the pleasant condition occurred in parallel with higher amplitude of the EMG activity, compared with the unpleasant condition. Moreover, the global MF was higher in the pleasant than in the unpleasant condition. Combined, these results suggested that the number of motor units recruited and the muscle fibres conduction velocity would be both increased in the pleasant, than in the unpleasant context. Moreover, while the impact of emotion on mechanical output disappeared from the third sprint, its effect on the motor units' recruitment persisted until the final sprint. This occurred despite the appearance of increase level of physical discomfort and peripheral fatigue, as evidenced by a decrease in NME from the third sprint.

The results of the present study suggested that pleasant emotional pictures could be used as external stimuli to increase neuromuscular performance. Moreover, it appears that a delay in the occurrence of peripheral fatigue might be an option that would preserve the beneficial effects of pleasant emotion on mechanical power output during repeated sprint exercises.

References

- Baron, B., Moullan, F., Deruelle, F., & Noakes, T.D. (2011). The role of emotions on pacing strategies and performance in middle and long duration sport events. *British Journal of Sports Medicine*, 45(6), 511–517.
- Coudrat, L., Rouis, M., Jaafar, H., Attiogbé, E., Gélat, T., & Driss T. (2014). Emotional pictures impact repetitive sprint ability test on cycle ergometre. *J Sports Sciences*, 32, 892–900.
- Hermens, H.J., Freriks, B., Disselhorst-Klug, C., & Rau, G. (2000). Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 10(5), 361–374.
- Racinais, S., Bishop, D., Denis, R., Lattier, G., Mendez-Villaneuva, A., & Perrey, S. (2007). Muscle deoxygenation and neural drive to the muscle during repeated sprint cycling. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(2), 268–274.
- St Clair Gibson, A., & Noakes, T.D. (2004). Evidence for complex system integration and dynamic neural regulation of skeletal muscle recruitment during exercise in humans. *British Journal of Sports Medicine*, 38(6), 797–806.

Mardi 27 Octobre 2015

10 h 30 – 11 h 30

Conférence Invitée

L'autonomie du sport à l'épreuve du corps

Pr. Charles Suaud (Université de Nantes, France)

L'autonomie du sport à l'épreuve du corps

Charles Suaud

Professeur émérite, Université de Nantes, Centre nantais de sociologie (CENS, UMR-CNRS).

Le sport présente le caractère antinomique d'une pratique corporelle finalisée sur elle-même (« le sport pour le sport ») et à laquelle on attache spontanément des significations les plus variées (d'identité nationale, régionale, sociale, sexuée, etc.). La conférence partira de ce constat dont la banalité triviale empêche l'étonnement, source de la démarche scientifique.

Dans une première partie, l'exposé cherche à comprendre cette contradiction dont on peut s'étonner qu'elle soit si facilement acceptée en interrogeant le corps du point de vue d'une sociologie de la connaissance. Le détour par deux études sur le langage de la musique servira à mieux comprendre ce que le sport « veut dire » sans se satisfaire de la notion purement analogique de « langage du corps ». S'il faut refuser à partir des analyses formalistes de Eduard Hanslick (*Du beau musical*, Hermann, 2012) que la musique agisse à la manière d'un langage articulé fait pour décrire des sentiments ou des situations (« la musique est une fin en soi », on peut suivre la démarche de Francis Wolff (*Pourquoi la musique*, Seuil, 2015) qui trouve dans une analyse minutieuse des mouvements internes à la musique – les sons sont compris comme des événements musicaux coupés de référents concrets et formant système – le fondement objectif faisant que la musique qui ne dit rien à la manière du langage verbal, *exprime* des affects et des climats. Son projet de sortir du cadre abstrait des théories formalistes – ou internalistes – à la Hanslick consiste à poser que la musique reproduit, par ses propriétés propres (comme le rythme, la hauteur des son, etc.) des expériences qui, pour une large part, reposent sur des expressions corporelles. Il ne manque plus qu'à sociologiser le corps que Wolff enferme dans sa nature philosophique de « corps humain » et en faire le lieu d'une incorporation d'expériences socialement différenciées pour arriver à penser que le codage savant des sons transformés en événements musicaux reliés entre eux selon des règles spécifiques exprime dans la logique musicale des manières d'être corporelles venues du monde social. C'est en mettant le corps socialisé – et non le « corps humain » en général – au cœur de la pratique musicale que l'on peut comprendre la musique comme résultant d'un double codage des sons en mouvements, théorique suivant les règles explicites de la composition pour une époque donnée et pratique en fonction du mode d'incorporation par les individus de leur rapport au monde social (rythme chaotique de la colère vs. le tempo lent de la paix intérieure). Ce détour permet de revenir au sport d'une manière plus éclairée. L'exemple de la musique aide à comprendre comment le corps qui, saisi au niveau du seul mouvement sportif, ne dit rien en parole a la propriété d'*exprimer* de manière syncrétique des significations multiples importées de la pratique sociale dans une activité ludique en apparence coupée du monde ordinaire. Ce syncrétisme devient la clé de la perception du sens commun prêt à expliquer par les règles et les techniques intrinsèques des sports les propriétés sociales des pratiquants.

L'hypothèse d'une tension rendue possible par la plasticité du corps entre un codage par des règles spécifiques (pôle autonomie) et une emprise des normes sociales (pôle dépendance) rend compte d'une histoire sociale des sports. Contrairement à une vision mythique des origines, le sport n'est pas né dans la pureté primitive d'une parfaite autonomie avant d'être dévoyé par des enjeux externes au premier rang desquels on trouverait le marché économique. Les historiens du sport ont largement montré que les premières mises en forme sportive des corps ont été dépendantes de demandes politiques et sociales, fortement imprégnées de nationalisme, et que l'affirmation d'une pratique sportive finalisée sur elle-même a fait l'objet d'une lutte croissante et incessante qui a nécessité l'action d'institutions diverses. Parmi celles-ci, l'École a joué un rôle de premier plan en faisant de l'exercice physique un objet de pédagogie coupée de toute fonction pratique autre que la

maîtrise des règles scolaires. En revanche, on pourrait montrer qu'un sport comme le cyclisme, délaissé tant par l'École que par l'Église, du moins en France, est resté plus en dépendance d'instances externes que sont la presse et le monde industriel et économique. C'est dire que partir des premiers codages sportifs très dépendants du social ne doit pas conduire à postuler une évolution irréversible et systématique vers une autonomie de plus en plus triomphante. De ces études socio-historiques on retiendra que le codage internaliste des règles sportives n'est pas antinomique des marquages sociaux et économiques dont les sports sont l'objet : il en est une des conditions principales de possibilité et de légitimation. Les instances internationales – dont le CIO est le plus prestigieux représentant – offrent l'exemple le plus démonstratif de transmutation d'intérêts politiques et économiques les plus puissants en universel sportif censé répondre à des valeurs désintéressées. Toujours à la merci d'un dévoilement de prises d'intérêts plus ou moins légales, les instances bureaucratiques sportives, par le recours à des montages juridiques les plus sophistiqués, sont aujourd'hui dotées d'une telle efficacité symbolique que la sociologie doit exercer sans relâche son travail critique pour dévoiler les enjeux sociaux de l'universel sportif.

Le pouvoir expressif du corps qui, dans le cas du sport, ne saurait contenir ses significations dans la seule sphère d'une activité physique strictement autonome ne manque pas d'avoir de lourdes conséquences quant aux exigences scientifiques dont les disciplines prenant le sport comme objet, à commencer par les sciences sociales, doivent s'entourer. Aux critères distinctifs de toute démarche scientifique (hypothèses, construction d'objet, outils de preuves, etc.) s'ajoute le besoin d'une vigilance toute particulière dans l'étude d'une pratique qui trouve son efficacité dans le système des valeurs (tant pédagogiques, compétitives, idéologiques, etc.) qui lui sont socialement attachées, du fait d'actions de marquage venant de groupes sociaux et/ou institutionnels. Plutôt que de prendre pour objet d'étude la lutte des codages dont le sport a fait historiquement l'objet, le risque est grand pour la sociologie de participer à cette guerre symbolique en imposant plus ou moins clandestinement une définition de la pratique sportive ou en participant à des opérations de légitimation/stigmatisation de certaines modalités d'une pratique contre d'autres (par exemple modalités éducatives vs. sportives).

Plus fondamentalement, ce sont les conditions du projet même de constituer une science ou des sciences du sport qui se trouvent contenues dans le pouvoir d'expression syncrétique du corps. Une socio-histoire de la création d'un corps d'enseignants-chercheurs en STAPS fait entrevoir que les rapports – pour ne pas parler de rivalité – entre les sciences humaines et sociales et les sciences de la vie qui attirent généralement l'attention se sont développés sur fond d'une rupture commune avec l'ambition de certains chercheurs de fonder une science totale de la motricité qui s'inscrivait dans le prolongement de la culture et des formations traditionnelle des professeurs d'EPS relevant d'un encadrement éducatif des corps. Si les effets de ces rapports de force entre disciplines ont été souvent observés à l'interne des STAPS, on terminera en suggérant l'urgence d'en déceler les conséquences, hors université, sur les pratiques d'encadrement de la pratique sportive. Le paradoxe est que le corps par lequel adviennent tous les marquages sociaux du sport ainsi que le sens que les individus lui donnent attire sur lui toutes les attentions des encadreurs au nom de la spécificité d'un sport autonome.

Mardi 27 Octobre 2015

14 h – 15 h

Conférence Invitée

Group synergies in team ball sport performance

Pr. Duarte Araujo (Université de Lisbonne, Portugal)

Group synergies in team ball sport performance

Duarte Araújo

CIPER, Faculdade de Motricidade Humana, Universidade de Lisboa, Spertlab, Cruz Quebrada
Dafundo, Portugal

Performance analysis is a sub-discipline of sports science that has gained prominence in the last decade. Notational techniques are applied with the purpose of auditing the behaviours of performers during different sub-phases of play in team games. Since its initial foundations, a number of essentially descriptive studies for a variety of sports have been conducted, oftentimes investigating differences in action frequencies between different *a posteriori* conditions to operationally characterise relationships with successful and unsuccessful performance (e.g., winners vs. losers, experts vs. non-experts, males vs. females, etc.) (Hughes & Franks, 2004; McGarry, 2009). While this initial approach has provided a basic description of sport performance, a major criticism of performance analysis methods by some sport scientists concerns the need for theoretical principles and empirical data that can help to better *explain* how successful performance outcomes are achieved (Glazier, 2010; Vilar et al., 2012).

Ecological dynamics is a viable framework for studying behaviours in team games because it recognises the 'degeneracy' of neurobiological systems (i.e. athletes), including social neurobiological systems (sports teams). Its principles can clearly explain how the same performance outcomes can emerge from different movement or tactical patterns.

Ecological dynamics proposes performer-environment relations as the relevant scale of analysis for understanding sport performance (Davids & Araújo, 2010). The functional patterns of coordinated behaviour emerge through a process of self-organisation from performers' interactions with each other under specific task and environmental constraints (Araújo, Davids, & Hristovski, 2006). In complex social neurobiological systems, self-organisation is the fundamental principle acting to bring order amongst the parts (Davids, Button, Araújo, Renshaw, & Hristovski, 2006). Ecological dynamics analyses of team sports have attempted to explain how the interaction between players and information from the performance environment constrains the emergence of patterns of stability, variability and the transitions in organisational states of such systems: precisely what sport scientists and coaches need to understand in analysis of team games performance (Araújo, et al., 2006).

The emergent coordination patterns in team sports are channelled by the surrounding constraints, as they structure the state space of all possible configurations available to the team game as a complex system (Davids, Glazier, Araujo, & Bartlett, 2003). Constraints are boundaries or features, which interact to shape the emergence of the states of system organization. For example, the surrounding patterned energy distributions that performers can perceive act as important sources of information to support their decisions and actions (e.g., reflected light from the goal or the ball) (Araújo & Davids, 2009).

The interaction between constraints of the performance environment and each individual's characteristics allows opportunities for action to emerge (Araújo, et al., 2006). Moreover, performers are also able to identify relations between other performers and key environmental objects (e.g., the ball and goal in team games) that can constrain their behaviours (Fajen et al., 2009). By perceiving opportunities for others to act, performers make use of environmental information to coordinate their actions with others.

Due to the complex spatial-temporal relations among performers that characterize team sports, performance constraints change on a momentary basis. Opportunities to act (or affordances, Gibson, 1979) may appear and disappear quickly, leading to fluctuations in the state of system organisation (Araújo & Davids, 2009). The concept of affordances presupposes that the environment is perceived directly in terms of what a player can do with and in the environment. It has been suggested in team sports (Davids, Araújo & Shuttleworth, 2005) that individuals base their movement decisions on locally acquired information sources such as the relative positioning, motion direction, or changing motion direction, of significant others operating in a system, making a collective response all the more remarkable. This hypothesis implies that the actions of individuals functioning in a team need to be intimately coordinated. The interactions of agents in sports teams reveal common underlying principles while exhibiting simultaneously their own 'signatures' or idiosyncratic behaviours.

Affordances can be perceived by a group of individuals trained to become perceptually attuned to them (Silva et al., 2013). In collective sports, both teams in opposition have the same objective (i.e., to overcome the opposition and win). Hence, the perception of collective affordances acts as a selection pressure for

overcoming opponents, and achieving successful performance. In this sense, collective affordances are sustained by common goals between players of the same team who act to achieve success for the group. From this perspective, team coordination depends on being collectively attuned to shared affordances founded on a prior platform of (mainly non-verbal) communication or information exchange (Silva et al., 2013). Through practice, players become perceptually attuned to affordances *of* others and affordances *for* others during competitive performance and undertake more efficient actions (Fajen et al., 2009) by adjusting their behaviours to functionally adapt to those of other teammates and opponents. This process enables them to act synergistically with respect to specific team task goals (Folgado et al., 2012; Travassos et al., 2012). By means of tracked positional data, recent studies have started to reveal how players and teams *continuously* interact during competition. For example, teams tend to be tightly synchronised in their lateral and longitudinal movements (Lames et al., 2010) with a counterphase relation regarding their expansion and contraction movement patterns (Yue et al., 2008), commonly caused by changes in ball possession (Bourbousson et al., 2010a, b).

For example, in a intervention (training) study, Sampaio and Maçãs (2012) showed that inter-player coordination in pre-test seems to reflect individual affordances, and not shared affordances among team players. However, post-test values showed that players became more coordinated with increased expertise. The coordination patterns found, showed compensatory behavior within the team, an essential characteristic of a synergy (Riley et al., 2011).

Specific constraints like the players' individual characteristics, a nation's traditions in a sport, strategy, coaches' instructions, etc., may impact on the functional and goal-directed synergies formed by the players to shape a particular performance behaviour. These informational constraints shape shared affordances available for players, viewed as crucial for the assembly of synergies, that support the reduction of the number of independent degrees of freedom and enable fast, regulating actions (Riley et al., 2011). Another feature of a synergy is the ability of one of its components (e.g., a player) to lead changes in others (Riley et al., 2011). Thus, the decisions and actions of the players forming a synergy should not be viewed as independent. Therefore, the coupling of players' degrees of freedom into interpersonal synergies is based upon a social perception-action system that is supported by the perception of shared affordances. Under this theoretical rationale, I argue that the properties of synergies guide the information that could be obtained from the diverse behavioural team measures, such as team centre, team dispersion (stretch index, relative stretch index, team spread, effective playing space/surface area, team length, team width and length/width ratio), team synchrony (relative phase, cluster phase), labour division (dominant regions such as Voronoi, heat maps, major ranges, player-to-locus distance), team communication (complex networks) (see Araújo, Silva & Davids, 2015 for a review).

Developments in methods of analysis of team performance can benefit from a theoretical approach that situates and traces relevant team processes. Here we suggest that shared affordances and synergies embraced by an ecological dynamics perspective are an alternative to perceive the meaning of operational methods of performance analysis that merely document performance statistics.

References:

- Araújo, D., & Davids, K. (2009). Ecological approaches to cognition and action in sport and exercise: Ask not only what you do, but where you do it. *International Journal of Sport Psychology*, 40(1), 5-37.
- Araújo, D., Davids, K., & Hristovski, R. (2006). The ecological dynamics of decision making in sport. *Psychology of Sport and Exercise*, 7, 653-676.
- Araújo, D., Silva, P. & Davids, K. (2015). Capturing group tactical behaviors in expert team players. In Joe Baker & Damian Farrow (Eds.). *Routledge Handbook of Sport Expertise*. London:Routledge.
- Bourbousson, J., Sève, C., & McGarry, T. (2010a). Space-time coordination dynamics in basketball: Part 1. Intra- and inter-couplings among player dyads. *Journal of Sports Sciences*, 28(3), 339-347.
- Bourbousson, J., Sève, C., & McGarry, T. (2010b). Space-time coordination dynamics in basketball: Part 2. The interaction between the two teams. *Journal of Sports Sciences*, 28(3), 349-358.
- Davids, K., & Araújo, D. (2010). The concept of 'Organismic Asymmetry' in sport science. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13, 663-640.

- Davids, K., Araújo, D., & Shuttleworth, R. (2005). Applications of Dynamical Systems Theory to Football. In T. Reilly, J. Cabri & D. Araújo (Eds.), *Science and Football V* (pp. 547-560). London: Routledge.
- Davids, K., Button, C., Araújo, D., Renshaw, I., & Hristovski, R. (2006). Movement Models from Sports Provide Representative Task Constraints for Studying Adaptive Behavior in Human Movement Systems. *Adaptive Behavior*, 14(1), 73-95.
- Davids, K., Glazier, P., Araújo, D., & Bartlett, R. (2003). Movement Systems as Dynamical Systems. The Functional Role of Variability and its Implications for Sports Medicine. *Sports Medicine*, 33(4), 245-260.
- Fajen BR, Riley MA, Turvey M. (2009). Information affordances, and the control of action in sport. *Int J Sport Psychol*, 40 (1): 79-107
- Folgado, Hugo, Lemmink, Koen, Frencken, Wouter, & Sampaio, Jaime. (2012). Length, width and centroid distance as measures of teams tactical performance in youth football. *European Journal of Sport Science*, iFirst article, 1-6.
- Gibson, J. (1979). *The ecological approach to visual perception*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Glazier, P.S. (2010). Game, set and match? Substantive issues and future directions in performance analysis. *Sports Medicine*, 40(8), 625-634.
- Hughes, M., & Franks, I. (2004). Notational analysis - a review of the literature. In M. Hughes & I. Franks (Eds.), *Notational analysis of sport* (2nd ed., pp. 59-106). London: Routledge.
- Lames, M., Ertmer, J., & Walter, F. (2010). Oscillations in football - order and disorder in spatial interactions between the two teams. *International Journal of Sport Psychology*(41), 85-86.
- McGarry, T. (2009). Applied and theoretical perspectives of performance analysis in sport: Scientific issues and challenges. *International Journal of Performance Analysis of Sport*, 9, 128-140.
- Riley, M., Richardson, M., Shockley, K., & Ramenzoni, V. (2011). Interpersonal synergies. *Frontiers in Psychology*, 2(38), 1-7.
- Sampaio, J., & Maçãs, V. (2012). Measuring tactical behaviour in football. *International Journal of Sports Medicine*, 33(5), 395-401. doi: 10.1055/s-0031-1301320
- Silva, P., Garganta, J., Araújo, D., Davids, K., & Aguiar, P. (2013). Shared knowledge or shared affordances? Insights from an ecological dynamics approach to team coordination in sports. *Sports Medicine*, 43, 765-772.
- Travassos, B., Araújo, Duarte, Vilar, L., & McGarry, T. (2011). Interpersonal coordination and ball dynamics in futsal (indoor football). *Human Movement Science*, 30(6), 1245-1259. doi: 10.1016/j.humov.2011.04.003
- Vilar, L., Araújo, D., Davids, K., & Button, C. (2012). The role of ecological dynamics in analysing performance in team sports. *Sports Med*, 42(1), 1-10.
- Yue, Z., Broich, H., Seifriz, F., & Mester, J. (2008). Mathematical analysis of a soccer game. Part i: Individual and collective behaviours. *Studies in Applied Mathematics*, 121, 223-243.

Mardi 27 Octobre 2015

15 h 15 – 16 h 30

**Session de
communications orales**

Session Orale N°9

Analyse de la performance

(Modérateur : Gaël Guilhem)

An interdisciplinary research of movement and control in basketball shooting

Jorge Ibáñez-Gijón¹, Martinus Buekers², Rémy Casanova¹, Marvin Dufrenne³, Guillaume Rao³, Antoine Morice¹, and Gilles Montagne¹

¹ Laboratory «Comportements Perceptivo-Moteurs» (UMR CNRS 7287), Institut des Sciences du Mouvement, Aix-Marseille Université.

² Laboratory «Movement Control & Neuroplasticity», Department of Kinesiology, Faculty of Kinesiology and Rehabilitation Sciences, KU Leuven.

³ Laboratory «Performance Motrice et Modélisation» (UMR CNRS 7287), Institut des Sciences du Mouvement, Aix-Marseille Université.
jorge.ibanez-gijon@univ-amu.fr

Introduction

In this research we present a wide perspective of a decisive sport skill: basketball shooting. It is an example of long distance precision throwing tasks, that are typically performed at less than maximal speed and that require very little physical effort. The precision requirement of the task imposes tight informational constraints to behavior. This is also the case even for the familiar spatial relationships that exists from the free-throw line, as demonstrated by De Oliveira and collaborators (2008). Therefore, the high-dimensional complexity of the motor system is affected in some systematic way by different levels of informational availability.

Method

This research aims to shed light on how expert shooters tune the constraints of their action capabilities to the constraints of the task. For that, we have systematically varied two task constraints (the physical distance to the rim, with 3 levels -free throw distance and +/- 1 m- and the availability or not of optical information during the execution of the shot) and controlled the value of one constraint of action system (the degree of expertise). Information from the different levels of analysis was measured, including 3D marker data, ground reaction forces, EMG, and ball trajectories. We have integrated these disparate sources of information with the performed manipulations on the constraints to characterize relevant transversal aspects of expert shooting. To our the best of our knowledge, this kind of interdisciplinary approach is novel within sports sciences, although we implement methods previously used in studies that apply either biomechanical (Delp et al., 2007), physiological (Krishnamoorthy et al., 2003), or motor control models (Scholz & Schöner, 1999) to understand the regulation of complex motor behaviors.

Results

Analysis of average postural features of movement execution. In a first step of this integration, 3D marker data was used to reconstruct a full body kinematic chain for each participant and to estimate the joint angles. With this information we analyzed average static postural features and relevant kinematic events to characterize the different styles observed. As expected, we observed a great diversity of styles, although some features were often present in the more experienced players (such as the relative orientation of the feet and shoulders with respect to the basket, or the relative orientation of the hands). Overall, we found that both expertise and visual conditions had relatively weak effects on the average values of postural variables taken alone. We used principal component analysis (PCA) to further clarify which movement features are common between styles, levels of expertise, and experimental variations.

Analysis of average dynamical features of movement execution. In a second step, we analyzed average dynamic features of the movements such as timing relationships between segment displacements and the energetic fluxes that generates them. For this analysis we combined the kinematic model with the ground reaction forces to build the 3D motion equations of the whole multi-body system. We additionally used EMG data to estimate the inefficiency and overall tension in movements due to muscle co-contractions. The dynamic variables proved to be more explanatory of the effects of expertise, and less disparate in successful shots than postural ones alone. This result could be expected considering that throwing tasks in general require fine-tuned temporal

relationships between the movements of the limbs.

Analysis of average performance and accuracy. Using the recorded ball trajectories we estimated the behavioral performance and accuracy in response to changing task constraints. Higher expertise, availability of visual information, and shorter distances were all related with higher performance and accuracy of the shooters. The average ball release parameters varied systematically with the distance, but not with respect to visual information availability or expertise.

Analysis of variability as a window into motor control dynamics. As valuable as it may be, analysis of the average properties of performance and movement, either static or dynamic, is only marginally representative of the control processes that gave rise to them. To find a better fingerprint of the control system, we analyzed the variability of the different measures under varying task constraints. In general, the variability of movement and performance was decreased by higher levels of expertise and the availability of visual information.

The link between execution and performance. The relationship between performance variability and execution variability is an expression of the stability/instability balance regulated by the underlying control dynamics. As a first step to link execution and performance, we correlated a number of static and dynamic postural variables with the proximal and distal variables of the ball trajectory. To integrate the information from all the techniques, we used discriminant analysis (DA) to combine the static, the dynamic, the energetic, and the performance related variables into a single discriminant function than can be used to classify one subject's performance, experience, or style. Additional multivariate techniques to link execution and performance variability are currently being developed and tested.

Conclusion

Characterizing the determinant factors of a complex skill requires a coordinated interdisciplinary effort. In this manuscript we have just scratched the surface of this question with respect to basketball shooting by summarizing the most prominent results found in our ongoing research project. The adaptation of movements patterns in basketball free throws to distance is based on the scaling of some postural variables but, more importantly, of the dynamical variables and their respective timings. Expertise is related with the development of a more strongly stereotyped and less variable shooting technique. The absence of visual information had opposite effects, deteriorating the stability of the gesture, reducing the performance of the shooters, and increasing the variability of the release parameters of the ball.

Acknowledgements

This research receives funding from the A*MIDEX project (n° ANR-11-IDEX-0001-02), sponsored by the “Investissements d’avenir” French Government Program and managed by the ANR.

References

- Delp, S. L., Anderson, F. C., Arnold, A. S., Loan, P., Habib, A., John, C. T., Guendelman, E., & Thelen, D. G. (2007). OpenSim: open-source software to create and analyze dynamic simulations of movement. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, *54*(11), 1940-50.
- De Oliveira, R. F., Oudejans, R. R., & Beek, P. J. (2008). Gaze behavior in basketball shooting: Further evidence for online visual control. *Research quarterly for exercise and sport*, *79*(3), 399-404.
- Krishnamoorthy, V., Goodman, S., Zatsiorsky, V., & Latash, M. L. (2003). Muscle synergies during shifts of the center of pressure by standing persons: identification of muscle modes. *Biological Cybernetics*, *89*, 152-161. doi:10.1007/s00422-003-0419-5.
- Scholz, J. P., & Schöner, G. (1999). The uncontrolled manifold concept: identifying control variables for a functional task. *Experimental Brain Research*, *126*, 289-306.

Players's grip-force modulations modify deeply the tennis racket dynamic behavior under playing condition: application for ergonomics

Delphine Chadefaux¹, Guillaume Rao¹, Philippe Androuet², Eric Berton¹ & Laurent Vigouroux¹

¹ Aix-Marseille Univ, Institute of Movement Sciences, UMR CNRS 7287, 13288 Marseille, France

²Oxylane Research, Department of Movement Sciences, Villeneuve d'Ascq, France

delphine.chadefaux@univ-amu.fr

Introduction

The physics of tennis rackets has been deeply studied to optimize their structural properties for performance and comfort purposes. Among a wide range of mechanical parameters (e.g. materials, mass repartition), vibration properties have been considered as key parameters for comfort (Stroede, 1999) and prevention of the tennis elbow pathology (Hennig, 2007). Although it has been shown that stroke induced vibration waves are not only resulting from the racket mechanical behavior but are also adjusted by the player's grip properties (Banwell, 2014), dynamic behavior of tennis racket has mostly been investigated apart from the player's grip. The present study aims at providing a better understanding of racket dynamic behavior under playing condition, i.e., when the player adapts his grip-force during the stroke. For this purpose, a two-steps methodology was developed. First, the effect of grip-force on racket dynamic behavior has been analyzed and modeled under controlled conditions. Second, the obtained model has been applied to analyze tennis strokes.

Method

In the first step of this study, five commercialized rackets of various mechanical properties have been investigated using a dedicated measurement procedure in order to design a mechanical model of hand-held racket. Modal analyses have been carried out by extracting mode shapes, eigenfrequencies, and damping factors from frequency response functions (FRFs: $H_i = A/F_i$) directly measured on each freely suspended racket. H_i indexes the FRFs on a 22 points mesh distributed over the racket's structure, F_i is the excitation force at the i^{th} point of the mesh provided by an impulse force hammer (PCB Piezotronics, ± 400 N pk, resonant frequency ≥ 15 kHz), and A is the resulting normal acceleration measured by a one-axis accelerometer (PCB Piezotronics; ± 500 g pk, [2 – 10000] Hz, $F_s = 4000$ Hz) glued on the racket left shoulder. These 22 measurements were performed in a [0 – 1000] Hz frequency range and the modal identification has been performed with the Least-Squares Complex Frequency (LSCF) method (Modan software). The rackets have been then studied in hand-held condition for three grip-force intensities applied by a single participant. The grip-forces were controlled by pressure maps (Tekscan, Boston, USA) properly calibrated and wrapped around the rackets' handles. Considering the difficulty for the participant to keep a constant grip-force along an entire modal analysis, only one kind of FRF has been collected for each racket and the process has been repeated five times per grip-force intensity. Consequently, a High Resolution method (ESPRIT: Estimation of Signal Parameters via Rotational Invariance Techniques) has been used to determine frequencies and damping coefficients in each recorded trial. Eventually, based on these measurements, a mechanical model of hand-held racket has been developed to link grip-force characteristics and racket's dynamic behavior. The racket was modeled as an uniform beam while the grip-force consisted in a cylindrically-shaped mass m_h (set to the real hand's mass) of moment of inertia I_h connected to a linear and a torsional springs of stiffnesses k_h and k_h^{θ} . The equivalent beam parameters were determined for each racket in free boundary condition (i.e. $m_h = I_h = k_h = k_h^{\theta} = 0$). The hand's equivalent parameters can then be estimated based on the extracted frequencies in hand-held conditions. Note that the model can be inverted to predict the excited frequencies for a given set of hand parameters and a given racket. In the second step of the study, the model has been applied to analyze vibration signals collected on the same five rackets used by 14 right-handed male participants (ITN > 3.5, 21 ± 3 years old, 182 ± 8 cm tall, and weighted 73 ± 8 kg) performing forehands. A one-dimensional accelerometer (Dytran, ± 500 g, [1.6 – 10000] Hz, $F_s = 12000$ Hz) was located on the racket handle. The rackets'

modal parameters were then extracted from the acquired vibration signal using the ESPRIT algorithm and finally used to feed the model and extract the associated hand's equivalent parameters in playing condition.

Results

Measurements performed during the first experimental session presented a good repeatability among the analyzed frequency range (Figure 1). As no common spectral behavior was observed between rackets above 600 Hz, we focused on modes below the latter frequency. Results indicated that grip-force affects the dynamic behavior of rackets at the modal frequencies and damping factors levels. With the increasing grip-force, frequency shifts occurred for the two first bending modes and the first torsional modes (observed in free boundary conditions at 150.5 Hz, 415.9 Hz, and 395.9 Hz, respectively for the racket analyzed in Figure 1). The frequencies of the two first bending modes decreased when the grip-force increased by $74 \pm 8 \%$ ($-10 \pm 1 \%$ ($R = -0.65$, $p = 0.01$) and $-4.1 \pm 0.6 \%$ ($R = -0.77$, $p < 0.01$)) while the first torsional's one was rising ($1.5 \pm 0.3 \%$ ($R = 0.83$, $p < 0.01$)). The application of the developed model of hand-held racket to the second measurement session indicated that hand-grip parameters were related to the grip-force index. The higher the grip-force is, the lower k_h ($R = -0.53$; $p = 0.044$) and I_h ($R = -0.80$; $p < 0.01$) are. On the contrary, k_h^0 significantly increased with grip-force ($R = 0.83$; $p < 0.01$). Furthermore, we observed that increases in linear and torsional stiffnesses induced a rise in the bending and torsional modes frequencies, while augmentation in mass and moment of inertia of the hand led to frequency decreases. Finally, based on the dynamic behaviors measured during the second session, results pointed out various frequency shifts depending on the racket and the player. Surprisingly, it ensues that two different rackets held by a given player own closer modal parameters than the same racket held by two different players. Associated grip-force parameters obtained from these measurements combined with the mechanical model convey that tennis players mostly adjust their equivalent linear stiffness to tune the racket's dynamic behavior.

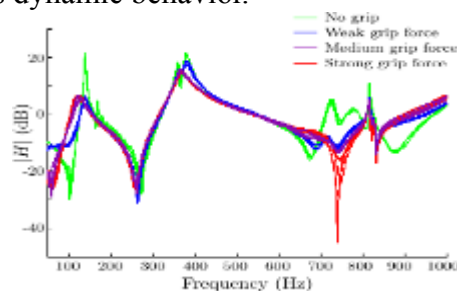


Figure 4. FRFs magnitude measured on a racket in various grip conditions (5 trials per condition).

Discussion

Overall, this study stated that the dynamic behavior of a tennis racket is deeply modified by the player's grip-force and could not be fully understood based on an analysis in free boundary condition. This contribution has provided a mechanical model of hand-held racket that can be further used to approach player's strategy as well as for ergonomic purposes. Eventually, although the player's comfort and pathologies require more attention to quantify its relationship to vibration, the present outcomes favor a renewal of equipment designs by taking into account the player/racket interaction.

References

- Banwell, G.H., Roberts, J.R., Halkon, B.J., Rothberg, S.J., & Mohr, S. (2014). Understanding the Dynamic Behaviour of a Tennis Racket under Play Conditions. *Exp Mech.*, 54(4), 527-537.
- Hennig, E.M. (2007). Influence of Racket Properties on Injuries and Performance in Tennis. *Exerc Sport Sci Rev.*, 35(2), 62-66.
- Stroede, C.L., Noble, L., Walker, H.S. (1999). The effect of tennis racket string vibration dampers on racket handle vibrations and discomfort following impacts. *J. Sport Sci.*, 17, 379-385.

Evolution des pressions plantaires au cours d'un exercice de course à pied réalisé pieds-nus ou en chaussures

Frédéric Noé¹, Karim Korchi¹ & Thierry Paillard¹

¹ Laboratoire Activité Physique, Performance et Santé, Dpt STAPS de Tarbes, Université de Pau et des Pays de l'Adour
frederic.noe@univ-pau.fr

Introduction

La pratique de la course pieds-nus est actuellement en plein essor. En contraignant les coureurs à répartir sur une plus grande surface les pressions plantaires à l'impact, courir pieds-nus permet de diminuer les contraintes articulaires et peut potentiellement limiter le risque de blessure associé à la pratique de la course à pied (Murphy et al., 2013). Cette modification des pressions plantaires n'est cependant pas toujours adoptée par des sujets non habitués à la course pieds-nus (Cheung et Rainbow, 2014). Wilsson et Kernozek (1999) ont par ailleurs montré que la fatigue pouvait également moduler la répartition des pressions plantaires durant la course. Or, aucune étude n'a caractérisé l'évolution des pressions plantaires lors d'une course réalisée pieds-nus. La présente expérimentation a donc été mise en place afin de comparer les modifications de pressions plantaires induites par une course réalisée pieds-nus et en chaussures de running.

Méthodes

21 sujets (5 filles, 16 garçons) étudiants en STAPS (âge : 20.1 ± 2.2 ans, taille : 173.8 ± 6.9 cm, poids 66.5 ± 10.8 kg) sans aucun désordre neuromusculaire connu, non spécialistes de course à pied et n'ayant aucune expérience de la course pieds-nus ou en chaussures minimalistes ont participé à l'étude. Les sujets ont été évalués en laboratoire à deux reprises, à une semaine d'intervalle, sur des créneaux horaires identiques et après un échauffement standardisé de 8 min. Le protocole d'évaluation consistait à courir à plat sur tapis roulant à 70% de la VAM (définie une semaine avant la première session de test) durant 20 min, dans deux conditions de support : pieds nus et en chaussures de running personnelles (ordre de passation randomisé). Un tapis roulant (Zebris™ FDM-TDM) équipé d'une matrice de capteurs de pression permettait de mesurer les pressions plantaires sur trois zones particulières (talon, mi-pied et avant-pied). L'acquisition des données s'est faite sur 4 périodes de 5 min (T1, T2, T3 et T4). La moyenne du pic de pression mesurée à chaque appui sur chacune des trois zones de pieds a été calculée (à T1, T2, T3 et T4). Après avoir vérifié la normalité des données (test de Shapiro-Wilk), une analyse de variance multivariée à mesures répétées (2 facteurs : *support et instants*) a été conduite. Des tests post-hoc de Bonferroni ont ensuite été réalisés ($P < 0.05$).

Résultats

Concernant l'avant-pied, l'analyse statistique a révélé un effet *support* significatif avec un pic de pression moyen plus important en condition pieds-nus qu'en condition chaussures. Un effet *instants* significatif était également observé avec une interaction *support*instants* significative : la pression diminuait au cours de la course. Cette diminution était plus marquée pieds nus qu'en chaussures. Les résultats des tests post-hoc sont reportés sur la figure 1A.

Pour les valeurs de pression à mi-pied, l'analyse statistique a révélé un effet *instants* significatif ainsi qu'une interaction significative *support*instants*. La pression diminuait au cours de la course, cette diminution étant plus marquée pieds nus qu'en chaussures. Les résultats des tests post-hoc sont reportés sur la figure 1B. Aucune différence significative ne caractérisait les valeurs de pression au talon.

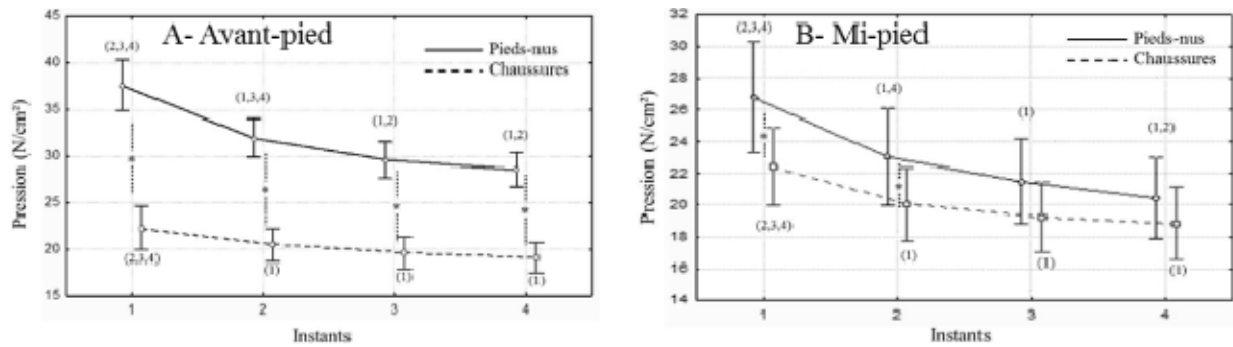


Figure 1. Valeurs moyennes des pics de pression aux instants T1, T2, T3 et T4 en chaussures et pieds-nus, au niveau de l'avant-pied (A) et à mi-pied (B). * indique une différence significative entre les conditions de support à un instant donné. ⁽ⁿ⁾ indique une différence significative entre l'instant considéré et les n autres instants dans une condition de support donnée ($p < 0.05$).

Discussion

Notre étude confirme que courir pieds-nus augmente significativement le pic de pression sur l'avant du pied (Murphy et al., 2013). Cette augmentation des contraintes métatarsiennes peut potentiellement favoriser la survenue de traumatismes ostéo-articulaires locaux (e.g. fractures de fatigue métatarsiennes), en particulier chez les coureurs qui se mettent à courir pieds nus sans s'octroyer une période de transition progressive (Bergstra et al., 2014). L'absence de différence significative concernant les valeurs de pression au niveau du talon montrent que les sujets n'ont cependant pas modifié leur technique de course en étant pieds-nus, en conservant majoritairement une technique avec un impact initial du talon. Ce comportement est classiquement observé chez les sujets peu habitués à courir pieds-nus (Bergstra et al., 2014).

Quelles que soient les conditions de support (pieds-nus ou chaussures), les valeurs de pression sur l'avant et le milieu du pied diminuaient durant le protocole de course, cette diminution étant plus marquée en condition pieds-nus. Plusieurs auteurs ont en effet observé une modification du patron de course en situation de fatigue (e.g. Wilsson et Kernozek, 1999), la course sur tapis-roulant engendrant des adaptations spécifiques (García-Pérez et al., 2013). Nos observations apparaissent donc conformes à celles de García-Pérez et al. (2013) qui ont noté une diminution de pression sur l'avant pied en situation de fatigue. Nos résultats font néanmoins apparaître une certaine spécificité du fait de la précocité des adaptations observées. Nous avons pu en effet observer des baisses de pression significatives dès l'instant T2 (entre la 5^{ème} minute et la 10^{ème} minute de course). Ces diminutions des pressions sur l'avant et le milieu du pied peuvent être attribuées à une fatigue locale des fléchisseurs des orteils (García-Pérez et al., 2013), cette fatigue étant plus marquée lorsque la course est réalisée pieds-nus.

Références

- Bergstra, S.A., Kluitenberg, B., Dekker, R., Bredeweg, S.W., Postema, K., Van den Heuvel, E.R., Hijmans, J.M., & Sobhani, S. (2015). Running with a minimalist shoe increases plantar pressure in the forefoot region of healthy female runners. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 18(4):463-468.
- Cheung, R.T., & Rainbow, M.J. (2014). Landing pattern and vertical loading rates during first attempt of barefoot running in habitual shod runners. *Human Movement Science*, 34, 120-127.
- García-Pérez, J.A., Pérez-Soriano, P., Llana, S., Martínez-Nova, A., & Sánchez-Zuriaga, D. (2013). Effect of overground vs treadmill running on plantar pressure: influence of fatigue. *Gait and Posture*, 38(4), 929-933.
- Murphy, K., Curry, E.J., & Matzkin, E.G. (2013). Barefoot Running: Does It Prevent Injuries? *Sports Medicine*, 43, 1131-1138.
- Wilsson, J.D., & Kernozek, T.W. (1999). Plantar loading and cadence alterations with fatigue. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 31(12), 1828-1833.

Sprint mechanics of the pole vault World Record holder: comparison with other elite pole-vaulters and world-class sprinters

Jean-Benoît Morin¹, Johan Cassirame^{2,3}, Pierre Samozino⁴ & Hervé Sanchez³

¹ Laboratoire « Motricité Humaine, Education Sport Santé » (EA 6312), Université de Nice

² Laboratoire « Culture Sport Santé Société » (EA 4660), Université de Besançon

³ Société Matsport, Saint Ismier

⁴ Laboratoire de Physiologie de l'Exercice (EA4332), Université de Savoie Mont Blanc

jean-benoit.morin@unice.fr

Introduction

Pole vault is a track and field event that requires specific technical skills, but also sprinting acceleration capabilities. Indeed, during the run-up phase, a large amount of running speed must be generated before takeoff in order to benefit from the elastic energy storage and re-use during the pole bending and straightening phases (Frère et al., 2010). Although several other factors play a role in the final performance (weather conditions, track type, tactics, bar clearing technique), run-up acceleration and the amount of final run-up velocity generated are strong determinants of pole vault performance (Linthorne et al., 2012). One of the particular physical features of the current pole vault World Record (WR) holder (6.16 m in 2014) is that he is remarkably light and short (1.77 m and 71 kg) compared to previous WR holders. Therefore, one hypothesis to explain his outstanding pole vault level (14 times above 6 m) is that he is able to generate a larger amount of running speed during the run-up, compared to other elite pole vaulters. A simple field method that allows accurate computation of mechanical power, force and velocity outputs during sprint acceleration has been recently validated and published (Samozino et al., 2015). In this study, we had the unique opportunity to measure the sprint acceleration mechanical outputs of the current pole vault WR holder, and to compare these data to those of other elite pole vaulters, and world-class sprinters (current 100-m French and World Record holders).

Methods

A group of 3 French elite pole-vaulters (best performances of 5.80, 5.62 and 5.50 m) and the current WR holder (6.16 m) performed two maximal 40-m sprints on an indoor track (no use of starting-blocks), in January 2015. Their running speed was continuously recorded with a radar device (ATS Stalker pro II, 48 Hz, Radar Sales, Minneapolis, US). Similar speed-time data were recorded in the current 100-m French Record holder in November 2011, i.e. 5 months after his best performance (9.92 s). Finally, the speed-time curve of the current 100-m WR (9.58 s) was established from spline interpolation of his position-time (10-m splits) data (published by the IAAF in 2009: <http://berlin.iaaf.org>). Then, these speed-time data were used as inputs of a recently validated simple method (Samozino et al., 2015) based on a macroscopic inverse dynamics approach applied to the body center of mass during sprint running acceleration (di Prampero et al., 2015). During a running acceleration, velocity-time curve was shown to follow a mono-exponential function: $V(t) = V_{max} \cdot (1 - e^{-(t/\tau)})$ with V_{max} the maximal velocity reached and τ the acceleration time constant. The center of mass acceleration (a) can be expressed after derivation of $V(t)$ over time as $a(t) = (V_{max}/\tau) \cdot e^{-(t/\tau)}$. Then, the net horizontal component (F) of the ground reaction force was modeled over time as $F(t) = m \cdot a(t) + F_{aero}$ with F_{aero} the aerodynamic friction force to overcome estimated from running velocity, body mass and stature (Arsac and Locatelli, 2002). The mechanical capability to produce horizontal external force during sprint was in turn described by the force-velocity and power-velocity relationships and the associated maximal horizontal net force (F_0), velocity (V_0) and power output (P_{max}) (Samozino et al., 2015). These parameters are a complex integration of numerous individual muscle mechanical properties, morphological and neural factors affecting the total external force developed by lower limbs, and summarize the functional sprinting capability of a runner. Data averaged over the two sprints for the current pole vault WR holder were compared (% difference) to those of the other elite French pole vaulters, and those of the current French and World 100-m Record holders. The objective of this analysis was to discuss the sprinting mechanical

capabilities of the current pole vault WR holder in comparison to lower level pole vault specialists, and world-class sprinters.

Results

The 30-m time and main mechanical outputs of theoretical force, velocity and power during sprint acceleration are presented for the individuals compared (Table 1).

Table 1. 30-m performance and mechanical outputs of the individuals compared

	30-m time (s)	F_0 (N/kg)	V_0 (m/s)	P_{\max} (W/kg)
100-m WR holder	3.74	8.97	13.2	29.2
100-m French National Record holder	3.84	8.19	12.5	25.4
Pole vault WR holder	4.25	7.72	10.3	19.8
Pole vault national-level	4.36 ± 0.11	7.25 ± 0.23	10.1 ± 0.4	18.3 ± 1.1
% difference with national-level	2.52 %	6.48 %	1.98 %	8.20 %

Discussion

This study is the first to report direct experimental data obtained in the current pole vault WR holder (6.16 m). We attempted to better understand the outstanding pole vault performance of this individual, whose body mass (71 kg) and stature (1.77 m) are much lower than the previous pole vault WR holders, by analyzing his sprint mechanical output. Our main hypothesis was that his better performance compared to the three elite athletes tested (average best performance of 5.66 m, 8.83 % difference) was partly due to better sprinting acceleration capabilities, and in turn to his ability to produce a higher running speed at takeoff (pole planting). The results showed that the current pole vault WR holder was able to produce 8.20 % more P_{\max} during a sprint acceleration than his national-level counterparts. Furthermore, this higher P_{\max} was mainly explained by his much higher maximal horizontal force production during sprint acceleration (6.48 % higher F_0), rather than his theoretical maximal speed capability (1.98 % higher V_0). Although these values remain far from those of world-class sprinters, the mechanical variable for which the pole vault WR holder is closer to the 100-m WR holder is also F_0 (13.9 % difference versus 32.2 % difference for P_{\max}). The main limits of this pilot study are the little sample of elite pole vault and sprint specialists tested, and the fact that the 100-m WR data were obtained during a competition versus testing protocols for the other data sets. Furthermore, sprinters used starting-blocks whereas pole vaulters accelerated from a standing crouched position. Finally, studying sprinting acceleration mechanics while carrying a pole (typical from pole vault run-up) will give better insights into pole-vaulters specific sprinting performance and mechanical outputs. That said, this pilot study brings interesting insights into the mechanical determinants of the current pole-vault WR in that the most remarkable difference between the WR holder and the other pole vaulters is his ability to produce high amounts of horizontal force onto the ground at the beginning of the run-up (F_0) and not his maximal speed capabilities (V_0). F_0 is also the mechanical feature of sprinting acceleration for which the pole vault and 100-m current WR holders are the most close.

References

- Arsac, LM. & Locatelli, E. (2002). Modeling the energetics of 100-m running by using speed curves of world champions. *Journal of Applied Physiology*, 92, 1781-1788.
- Di Prampero, PE., Fusi, S., Sepulcri, L., Morin, JB., Belli, A. & Antonutto, G. (2005). Sprint running: a new energetic approach. *Journal of Experimental Biology*, 208, 2809-2816.
- Frère, J., L'Hermette, M., Slawinski, J. & Tourny-Chollet, C. (2010). Mechanics of pole vaulting: a review. *Sports Biomechanics*, 9, 123-138.
- Linthorne, NP. & Weetman, AH. (2012). Effects of run-up velocity on performance, kinematics, and energy exchanges in the pole vault. *Journal of Sports Science and Medicine*, 11, 245-254.
- Samozino, P., Rabita, G., Dorel, S., Slawinski, J., Peyrot, N., Saez de Villarreal, E. & Morin, JB. (2015). A simple method for measuring power, force, velocity properties and mechanical effectiveness in sprint running. *Scand J Med Sci Sports*, In press.

Mechanical alterations during interval-training treadmill runs in elite team-sport players

Olivier Girard^{1,2}, Franck Brocherie¹, Jean-Benoit Morin³, & Grégoire P Millet¹

¹ ISSUL, Institute of Sport Sciences, Department of Physiology, Faculty of Biology and Medicine, University of Lausanne, Switzerland.

² Aspetar Orthopaedic and Sports Medicine Hospital, Athlete Health and Research Performance Center, Doha, Qatar.

³ Laboratory « Human Motricity, Education Sport and Health (LAMHESS) », University of Nice Sophia Antipolis, Nice, France.

olivier.girard@unil.ch

Introduction

High-intensity interval training (HIIT), which consists of repeated short (15-45 s) intervals at intensities of 90-120% of the velocity associated with maximal oxygen uptake ($v\text{VO}_{2\text{max}}$), is an essential component of most elite team sports' training programs (Buchheit & Laursen, 2013). While physiological strain has been largely described, there is comparatively less data quantifying mechanical alterations associated with HIIT. Knowledge of the acute neuro-mechanical responses to HIIT is of great importance for coaches for designing optimal training programs in order to maximize adaptations and minimize injury risks. In a previous study assessing the mechanical responses of high-level endurance runners during a HIIT consisting of two identical strength/aerobic (200-1000 m runs at 90-95% of $v\text{VO}_{2\text{max}}$) circuits interspersed by 5 min recovery, no impairment of the running pattern from the first to the second bout was reported (Di Michele, Del Curto, & Merni, 2012). In light of the paucity of data investigating the mechanical responses to HIIT at higher intensity ($> 95\%$ $v\text{VO}_{2\text{max}}$), we therefore examined adjustments in running kinematics and spring-mass characteristics during treadmill HIIT in elite team-sport players.

Methods

Twenty elite field-hockey players (age: 25.3 ± 4.6 years; stature: 178.4 ± 6.0 cm; body mass: 75.8 ± 7.9 kg; estimated $\text{VO}_{2\text{max}}$: 62.1 ± 1.1 mL.min⁻¹.kg⁻¹) performed six 30-s runs at $\sim 115\%$ of $v\text{VO}_{2\text{max}}$ (19.9 ± 0.7 km.h⁻¹) with 30-s of passive recovery on an instrumented treadmill (ADAL3D-WR, Medical Development – HEF Tecmachine, France). Running kinematics (contact time: t_c ; flight time, t_f ; step frequency: S_F ; step length: S_L) and spring-mass characteristics (peak vertical forces: $F_{z_{\text{max}}}$; centre of mass vertical displacement: Δz ; leg compression: ΔL ; vertical stiffness: $K_{\text{vert}} = F_{z_{\text{max}}} \cdot \Delta z^{-1}$; leg stiffness: $K_{\text{leg}} = F_{z_{\text{max}}} \cdot \Delta L^{-1}$) were measured continuously (step-by-step, 1000 Hz), and data were subsequently averaged over 20 s (from the 8th to 28th second of each 30 s run) for final analysis. One-way RM ANOVA (intervals 1, 2, 3, 4, 5 and 6) was used to compare running mechanics, and partial eta-squared (η^2) was calculated as a measure of effect size.

Results

Running kinematics and spring-mass characteristics values are displayed in Table 1: t_c ($+1.1 \pm 4.3\%$; $\eta^2=0.14$), t_f ($+4.1 \pm 5.3\%$; $\eta^2=0.19$) and S_L ($-2.4 \pm 2.2\%$; $\eta^2=0.41$) increased ($P < 0.05$) from the first to the last interval, whereas S_F ($-2.3 \pm 2.1\%$; $\eta^2=0.40$) decreased ($P < 0.05$). While $F_{z_{\text{max}}}$ ($-0.0 \pm 4.1\%$; $\eta^2=0.02$) remained constant, both Δz ($+3.0 \pm 6.0\%$; $\eta^2=0.21$) and ΔL ($+2.8 \pm 9.7\%$; $\eta^2=0.14$) increased with fatigue ($P < 0.05$). K_{vert} decreased ($-2.8 \pm 6.9\%$; $\eta^2=0.18$) across intervals ($P < 0.05$), whereas K_{leg} changes ($-1.7 \pm 12.1\%$; $\eta^2=0.09$) were not significant.

Discussion

In this study, the effect of fatigue on leg-spring behaviour resulted in monotonic reductions in K_{vert} while K_{leg} remained constant, as the progressive increases in the displacement of players' center of mass (and to a lower extent leg compression) occurred with unchanged $F_{z_{\text{max}}}$. Previous field-based

repeated sprints (*i.e.*, maximal ‘all out’ efforts leading to large reduction in running velocity) studies that have used the same number of exercise repetitions (6 x 20 m with 20 s rest: Girard, Racinais, Kelly, Millet & Brocherie, 2011; 6 x 35 m with 10 s rest: Brocherie, Millet, & Girard, 2015) have also reported relatively similar adjustments in footballers’ leg-spring behaviour. During the present HIIT-based exercise where a fixed running velocity was set, however, the magnitude of alterations in running mechanics was considerably smaller, yet with large effect sizes for all variables displaying significant changes with fatigue. Ultimately, the progressive inability to maintain K_{vert} constant across trials resulted in an alteration of players running pattern. Hence, longer S_L (extended t_f) compensated for decreased S_F (extended t_c) during successive efforts at constant velocity. Another remarkable finding of practical interest is that most of the alteration in running mechanics was observed within the first few repetitions with only minor changes after the third interval.

Table 1. Running mechanics over repetitions during interval training treadmill runs

	Interval 1	Interval 2	Interval 3	Interval 4	Interval 5	Interval 6	P value
t_c (ms)	174±11	175±12	176±11*	177±11*	177±10*	175±11*	0.044
t_f (ms)	143±14	146±15	147±15*	147±15*	147±16*	149±15*	0.001
S_F (Hz)	3.17±0.18	3.13±0.19*	3.10±0.17*	3.10±0.18*	3.09±0.18*	3.10±0.18*	<0.001
S_L (m)	1.75±0.18	1.77±0.19*	1.79±0.17*	1.79±0.18*	1.79±0.18*	1.79±0.18*	<0.001
Fz_{max} (kN)	2.30±0.24	2.31±0.26	2.31±0.26	2.30±0.27	2.30±0.28	2.30±0.29	0.761
Δz (cm)	4.4±0.5	4.5±0.6*	4.5±0.6*	4.5±0.6*	4.6±0.6*	4.5±0.7	<0.001
ΔL (cm)	14.5±1.7	14.7±1.8	15.0±1.9	15.1±1.8*	15.1±1.7*	14.8±1.8	0.036
K_{vert} (kN.m ⁻¹)	53.3±6.6	52.2±5.9	51.5±5.4	51.2±5.6*	51.1±5.7*	51.7±6.4	0.012
K_{leg} (kN.m ⁻¹)	16.1±2.6	16.2±2.8	15.8±2.8	15.4±2.6	15.4±2.7	15.8±2.9	0.149

Values are mean±SD. t_c contact time, t_f flight time, S_F step frequency, S_L step length, Fz_{max} maximal vertical forces, Δz centre of mass vertical displacement, ΔL leg compression, K_{vert} vertical stiffness, K_{leg} leg stiffness. *, different from Interval 1 (P<0.05).

Conclusion

In elite team-sport players, the completion of interval training treadmill runs involving six 30-s repetitions at 115% $v\text{VO}_{2\text{max}}$ (*i.e.* “30-30 HIIT”) deteriorated K_{vert} values, mainly because of increased Δz rather than altered Fz_{max} , whereas K_{leg} change was not significant. While these fatigue-induced alterations in leg-spring behaviour occurred early, maintenance of running velocity was also associated with a modification of players running pattern toward longer S_L to compensate for the decrease in S_F . As typical fitness training session in team sports include 3-5 sets of 30-30 HIIT, quantifying mechanical responses to longer HIIT (*i.e.*, multi-sets sessions) is needed. Since residual fatigue from such HIIT is likely to be accentuated and/or persist over time, in addition to be task specific, investigating the effect of a manipulation of HIIT variables (work-rest ratio; Buchheit & Laursen, 2013) on successive HIIT sessions (carry-over effects) is also warranted.

References

- Brocherie, F., Millet, G. P., & Girard, O. (2015). Neuro-mechanical and metabolic adjustments to the repeated anaerobic sprint test in professional football players. *European Journal of Applied Physiology*, *115*(5):891-903.
- Buchheit, M., & Laursen, P. (2013). High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle. Part II: anaerobic energy, neuromuscular load and practical applications. *Sports Medicine*, *43*(10), 927-954.
- Di Michele, R., Del Curto, L., & Merni, F. (2012). Mechanical and metabolic responses during a high-intensity circuit training workout in competitive runners. *Journal of Sport Medicine and Physical Fitness*, *52*(1), 33-39.
- Girard, O., Racinais, S., Kelly, L., Millet, G.P., & Brocherie, F. (2011). Repeated sprinting on natural grass impairs vertical stiffness but does not alter plantar loading in soccer players. *European Journal of Applied Physiology*, *111*(10), 2547-2555.

Session Orale N°10

Adaptations neuromusculaires

(Modérateur : Romuald Lepers)

Effet de la modalité de contraction sur les altérations nerveuses et musculaires subséquentes à l'exercice excentrique maximal

Valentin Doguet¹, Arnaud Guével¹, Mathieu Plautard¹, Gaël Guilhem², Kazunori Nosaka³ & Marc Jubeau¹

¹ Laboratoire « Motricité, Interactions, Performance » (EA 4334), Université de Nantes

² Institut National du Sport, de l'Expertise et de la Performance (INSEP), Département Recherche, Laboratoire Sport, Expertise et Performance, Paris, France

³ Centre for Exercise and Sports Science Research (CESSR), School of Exercise and Health Sciences, Edith Cowan University, Joondalup, WA 6027, Australia

valentin.doguet@univ-nantes.fr

Introduction

L'exercice excentrique est utilisé pour générer des dommages musculaires dans le but d'étudier les mécanismes responsables de leur apparition (Hubal et al., 2007) ou les réponses physiologiques et biomécaniques qui en découlent (Behrens et al., 2012). Alors que les modalités isoload (IL) et isocinétique (IK) sont indistinctement utilisées pour réaliser ce type d'exercice, l'impact de la modalité de contraction sur les paramètres neuromusculaires étudiés reste méconnu. L'objectif de cette étude était de comparer l'évolution (i) des marqueurs des dommages musculaires et (ii) des paramètres nerveux et musculaires caractérisant l'activité de la fonction neuromusculaire à la suite de contractions excentriques IL et IK réalisées en conditions standardisées. Etant donné les différences de caractéristiques mécaniques décrites entre les deux modalités de contraction pendant des contractions excentriques (Guilhem et al., 2011), nous émettons l'hypothèse que la modalité de contraction influence différemment les paramètres neuromusculaires.

Méthodes

Vingt-deux participants ont été associés par paires, selon leurs caractéristiques anthropométriques (taille, poids) et physiques (1-RM, score d'activité physique IPAQ), et répartis dans le groupe IL (N = 11) ou le groupe IK (N = 11). Le groupe IL devait réaliser 15 séries de 10 extensions du genou excentriques à 150% de 1-RM et la quantité de travail ainsi que la vitesse angulaire moyenne ont été mesurées série par série. Le groupe IK avait pour consigne de réaliser 15 séries de n contractions excentriques à la même vitesse angulaire moyenne que celle du groupe IL pour chaque série, où n est le nombre de répétitions nécessaire pour atteindre la même quantité de travail que le groupe IL. Des marqueurs indirects des dommages musculaires (force maximale volontaire, *MVIT* ; douleurs musculaires perçues à l'aide d'une échelle visuelle analogique, *DOMS* ; concentration systémique en créatine kinase, *CK*) et des paramètres neuromusculaires centraux (niveau d'activation volontaire, *VALp* ; réflexe de Hoffmann, H_{sup}/M_{sup}) et périphériques (force maximale évoquée, *Peak doublet* ; amplitude maximale de l'onde M, M_{max}) ont été mesurés avant (PRE), immédiatement après (POST) et jusqu'à 4 jours suivant les protocoles excentriques IL et IK (D+1 à D+4).

Résultats

La *MVIT* a diminué significativement pour les groupes IT et IK de POST à D+4 ($p < .001$; Fig. 1A). Les *DOMS* à D+2 (IL : 48.1 ± 28.2 & IK : 54.7 ± 28.9 mm ; $p < .001$) et la *CK* à D+4 (IL : 12811.5 ± 22654.4 & IK : 15304.3 ± 24739.5 U/L ; $p < .05$) ont significativement augmenté par rapport à PRE, quelque soit le groupe. Les paramètres *VALp* ($p < .001$; Fig. 1C), H_{sup}/M_{sup} (IL : -14.6 ± 25.4 & IK : $-37.4 \pm 23.8\%$; $p < 0.01$) et M_{max} ($p < .05$; Fig. 1D) ont diminué à POST uniquement, alors que le *Peak doublet* était significativement impacté jusqu'à D+4, sans distinction entre les groupes ($p < .001$; Fig. 1B). L'analyse statistique n'a révélé aucune interaction modalité \times session pour l'ensemble des paramètres mesurés : *MVIT* ($p = 0.94$), *DOMS* ($p = 0.29$), *CK* ($p = 0.59$), *Peak doublet* ($p = 0.56$), *VALp* ($p = 0.39$), H_{sup}/M_{sup} ($p = 0.44$) et M_{max} ($p = 0.26$).

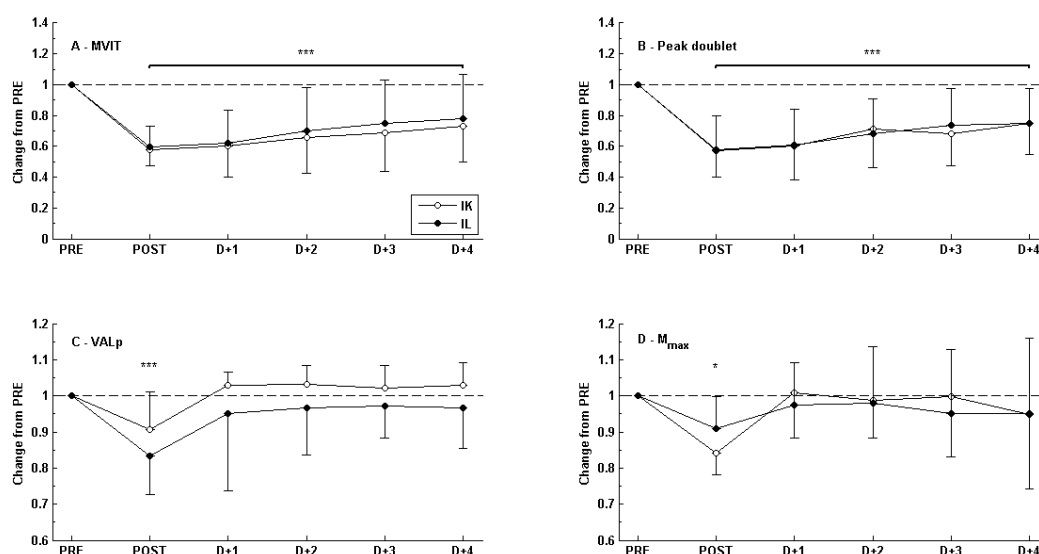


Figure 1. Variations de la force maximale volontaire (MVIT, panel A), de la force maximale évoquée (Peak doublet, panel B), du niveau d'activation volontaire (VALp, panel C) et de l'amplitude maximale de l'onde M (M_{max} , panel D) à la suite des protocoles excentriques isoload (●) et isocinétique (○) par rapport au pré-test. * Significativement différent de PRE (* : $p \leq .05$; *** : $p < .001$).

Conclusion

Nos résultats démontrent que les dommages musculaires subséquents à l'exercice excentrique sont similaires entre les modalités de contractions IL et IK. De la même manière, les paramètres nerveux et musculaires suivent la même évolution entre les groupes. Ces résultats sont en désaccord avec l'hypothèse initiale et de précédents travaux rapportant une intensité des dommages musculaires induits supérieure en condition isotonique (Alemany et al., 2014) comparable ici au mode isoload. Toutefois, l'attention portée sur la standardisation des protocoles IL et IK dans la présente étude suggère que l'amplitude des dommages musculaires n'est pas influencée par la modalité de contraction. Il ressort de notre étude que l'intensité des dommages musculaires pourrait donc être liée aux caractéristiques neuromusculaires individuelles pendant l'exercice (e.g. intensité de l'activité supra-spinale et spinale, degré d'étirement des structures musculaires) et/ou aux caractéristiques de la tâche (quantité de travail, vitesse angulaire).

Références

- Alemany, J. A., Delgado-Diaz, D. C., Mathews, H., Davis, J. M., & Kostek, M. C. (2014). Comparison of acute responses to isotonic or isokinetic eccentric muscle action: differential outcomes in skeletal muscle damage and implications for rehabilitation. *Int J Sports Med*, 35(1), 1-7.
- Behrens, M., Mau-Moeller, A., & Bruhn, S. (2012). Effect of exercise-induced muscle damage on neuromuscular function of the quadriceps muscle. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Int J Sports Med*, 33(8), 600-606.
- Guilhem, G., Cornu, C., & Guevel, A. (2011). Muscle architecture and EMG activity changes during isotonic and isokinetic eccentric exercises. [Randomized Controlled Trial Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Eur J Appl Physiol*, 111(11), 2723-2733.
- Hubal, M. J., Rubinstein, S. R., & Clarkson, P. M. (2007). Mechanisms of variability in strength loss after muscle-lengthening actions. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Med Sci Sports Exerc*, 39(3), 461-468.

Effect of temporal specificity of voluntary co-contractions training on Diurnal rhythmicity of maximal force and rate of force development

Sana Zbidi, Badrane Znoubi, Henry Vandewalle & Tarak Driss

Laboratoire CeRSM (EA 2931), UFR STAPS, Université Paris Ouest Nanterre La Défense
zinoubi.sana@u-paris10.fr

Introduction

Several studies have suggested an effect of training time on muscle performance (Souissi et al., 2002; Chtourou et al., 2012). They advanced that i) adaptation to strength training is greater at the time-of-day at which training was conducted; ii) training in the morning can improve typically poor morning performances to the same or even higher level as their normal daily peak typically observed in the evening, and it could decrease the amplitude of the diurnal variations. However, these findings concerned only conventional resistance training. Recently, an original (self-resistance) training consisted of maximal isometric voluntary co-contractions (MIVCC) of elbow antagonistic muscle pairs without any external load, resulted in significant improvements of strength (Driss et al., 2014; Maeo et al., 2014). Therefore, the aim of the present study was to verify if self-resistance training adaptations depend on the time-of-day which training was scheduled as in classical resistance training.

Methods

Twenty active men underwent 6-week (3 times/week) MIVCC training of the right elbow joint. They were randomly assigned to either a morning (MTG, 07:00-08:00H, 23.6 ± 2.6 years; 72.3 ± 8.7 kg; 175.3 ± 9.0 cm), or evening training group (ETG, 17:00-18:00, 23.7 ± 4.8 years; 68.3 ± 8.2 kg; 179.1 ± 8.4 cm). MVF and MRFD during isometric flexion (MVF_F and MRFD_F) and extension (MVF_E and MRFD_E) were recorded over 3 trials (3-min recovery between trials) and during 5s for each trial) at 90° elbow joint with a strain gauge transducer (2kN). Measurements were taken before (T0) and after (T1) training both in the morning and in the evening. Test sessions were performed in separate days. MVF corresponds to the highest force level recorded during each contraction which is equal to the maximal value of 20-ms moving average. MRFD was equal to the highest RFD during 20-ms sampling window. MIVCC training consisted on 6 sets of 8 MIVCC of 5-s each interspersed with 30-s rest between repetitions and 2 min recovery between sets.

Results

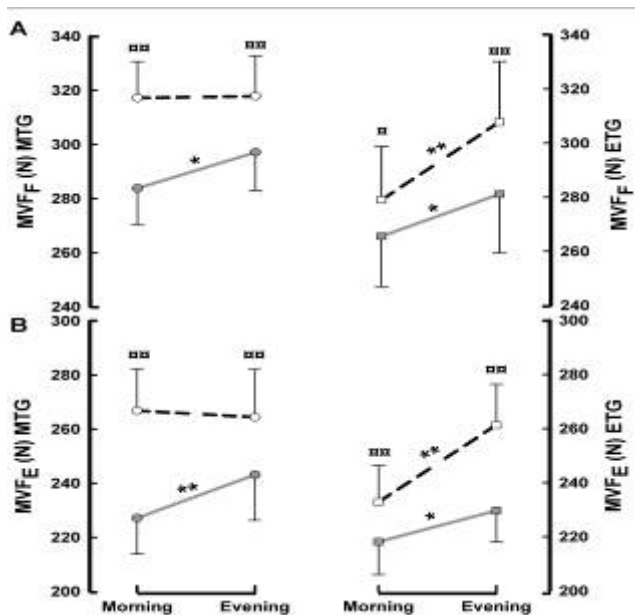


Figure 1 MVF_F (A) MVF_E (B) at the morning and evening, before (gray line) and after (black line) training for MTG and ETG (Mean±SE). Diurnal variations were denoted by (*p=0.01, **p<0.001), the improvements between T0-T1 were denoted by (□p<0.05, □□p<0.001).

3-way ANOVA (group×training×time-of-day) revealed a significant effect of time-of-day, training (p<0.001) and interaction between factors (p<0.001) on MVF_F and MVF_E. At T0, the post-hoc test showed that MVF_F and MVF_E were higher in the evening than the morning for MTG and ETG groups (**Figure 1**). At T1, this intra-day variation disappeared with training in MTG and persisted in ETG. Both training groups improved MVF_F and MVF_E from T0 to T1 at the two time points of day (p<0.01) (**Figure 1**). The relative increase was larger in the morning than in the evening (p=0.02) for MTG, whilst the gain was lower in the morning than in the evening (p=0.02) for ETG. However, MRFD_F and MRFD_E remained unchanged for both groups at the two time points (**Figure 2**).

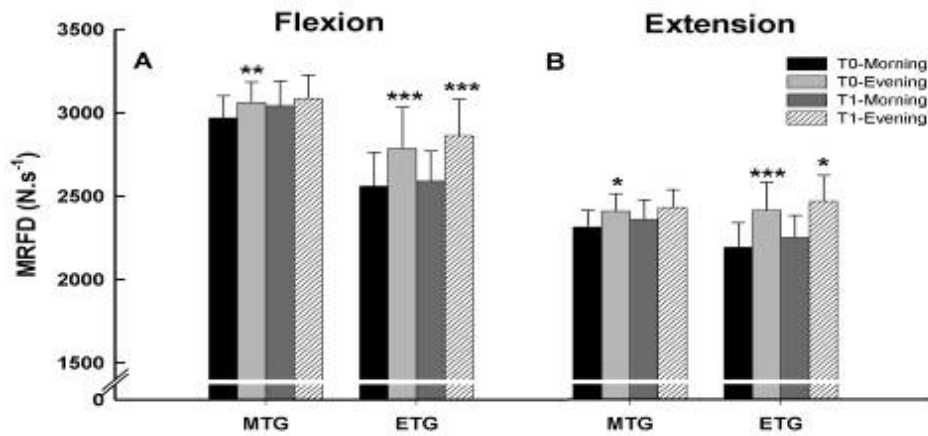


Figure 2 Means±SE of MRFD during elbow flexion (A) and extension (B) of MTG and ETG at the two time points of day before and after training.

* $P < 0.05$; ** $P < 0.01$; *** $P < 0.001$ denoted diurnal variations between morning and evening values.

Discussion

The main findings were that i) MIVCC training enhances muscle strength whatever the time-of-day at which training was scheduled; ii) the improvement of MVF is greater at the specific time training for each group; and iii) the diurnal variation in MVF and MRFD between morning and evening tests decreases after time-of-day-specific MIVCC training in MTG but not in the ETG (Zbidi et al., 2015). This finding confirms those reported in previous studies using conventional resistance training (Souissi et al., 2002; Sedliak et al., 2009; Chtourou et al., 2012). Furthermore, MIVCC training can improve poor morning performance at the same level or higher as their normal peak typically observed in the evening. In contrast, MRFD adaptation showed a slight but not significant improvement at the two time points for both training groups.

MIVCC training enhances muscle strength whatever the time-of-day at which training was scheduled. Muscle strength adaptations to MIVCC are greater at the time-of-the day at which training is performed. MIVCC training at the same time-of-day has the potential to alter normal diurnal variation of maximal and explosive muscle strength. Indeed, MIVCC performed in the morning can improve typically low morning performances to the same (or even higher) level as their normal daily peaks typically observed in the evening.

References

- Chtourou, H., Driss, T., Souissi, S., Gam, A., Chaouachi, A., & Souissi, N. (2012). The effect of strength training at the same time of the day on the diurnal fluctuations of muscular anaerobic performances. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26, 217–225.
- Driss, T., Serrau, V., Behm, D. G., Lesne-Chabran, E., Le Pellec-Muller, A., & Vandewalle, H. (2014). Isometric training with maximal co-contraction instruction does not increase co-activation during exercises against external resistances. *Journal of Sports Sciences*, 32, 60–9.
- Maeo, S., Yoshitake, Y., Takai, Y., Fukunaga, T., & Kanehisa, H. (2014). Neuromuscular adaptations following 12 - week maximal voluntary co - contraction training American College of Sports Medicine. *European Journal of Applied Physiology*, 114, 663–73.
- Sedliak, M., Finni, T., Cheng, S., Lind, M., & Häkkinen, K. (2009). Effect of time-of-day-specific strength training on muscular hypertrophy in men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23, 2451–2457.
- Souissi, N., Gauthier, A., Sesboué, B., Larue, J., & Davenne, D. (2002). Effects of regular training at the same time of day on diurnal fluctuations in muscular performance. *Journal of Sports Sciences*, 20, 929–37.
- Zbidi, S., Zinoubi, B., Vandewalle, H., Driss., T. (2015). Diurnal rhythm of muscular strength depends on temporal specificity of self-resistance training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, In press.

Reproductibilité intra- et inter-session du niveau d'activation cortical du muscle tibial antérieur

Robin Souron¹, Adrien Farabet¹, Alain Belli¹, Guillaume Y Millet² & Thomas Lapole¹

¹ Université de Lyon, Laboratoire de Physiologie de l'Exercice, 42023 Saint-Etienne Cedex 2, France

² Human Performance Laboratory, Faculty of Kinesiology, University of Calgary, Canada
robin.souron@univ-st-etienne.fr

Introduction

L'entraînement en force induit des adaptations nerveuses diverses qui conduisent, in fine, à une augmentation de la force maximale volontaire (MVC). Un des mécanismes potentiels est l'amélioration de la commande motrice descendante issue de l'étage cortical (Goodall et al., 2014). L'évaluation du niveau d'activation cortical (VA) est désormais possible grâce à l'utilisation de la stimulation magnétique transcrânienne (TMS). Si cette mesure a déjà été rapportée comme fiable et reproductible sur les fléchisseurs du coude (Todd et al., 2003) ou le quadriceps (Goodall et al., 2009), la reproductibilité de VA sur le muscle tibial antérieur reste à déterminer. La présente étude vise à évaluer la reproductibilité intra- et inter-session du niveau d'activation cortical du muscle tibial antérieur, ainsi que celle des potentiels évoqués moteurs (MEP) et des périodes de silence (CSP) associés.

Matériel et méthodes

13 sujets adultes sains et sportifs (9 hommes et 4 femmes) ont volontairement participé à cette étude. Le sujet est assis sur un siège type Cybex, avec un angle fixe de genou à 120° et de cheville à 90°. Le cortex moteur controlatéral de la jambe droite était stimulé via une bobine « double cône » de 110 mm. Après la recherche de la position optimale du site de stimulation, l'intensité optimale de stimulation magnétique était déterminée sur muscle pré-contracté à 20% de MVC en faisant varier l'intensité de façon randomisée entre 20 et 80% de l'intensité maximale du stimulateur. L'intensité choisie correspondait à l'intensité permettant d'obtenir (i) un MEP maximal sur le muscle tibial antérieur, (ii) une amplitude maximale de la secousse surimposée (SIT) (i.e. l'augmentation de la force musculaire) et (iii) un MEP minimal sur un muscle antagoniste (i.e. soléaire).

Le niveau maximal d'activation cortical était alors mesuré lors de MVC comme suit :

$$VA = (1 - [SIT/ERT]) \times 100$$

où ERT (estimated resting twitch) est la secousse évoquée au repos, estimée comme étant l'ordonnée à l'origine de la régression linéaire entre l'amplitude de la SIT et la force développée lors de contractions à 100, 75 et 50% MVC (Figure 1). L'amplitude des MEP et la durée des CSP associées aux MVCs ont également été évaluées.

Les mesures ont été effectuées à 3 occasions. Les deux premières sessions étaient réalisées le même jour à 1 heure d'intervalle (i.e. session 1, session 2) et la troisième session était réalisée une semaine plus tard (i.e. session 3) à la même heure que la session 1 afin d'évaluer la reproductibilité intra- (i.e. session 1 vs. session 2) et inter-session (session 1 vs. session 3). Le coefficient de corrélation intra-classe (ICC), l'erreur standard de mesure (SEM) et le coefficient de variation (CV) ont ainsi été déterminés.

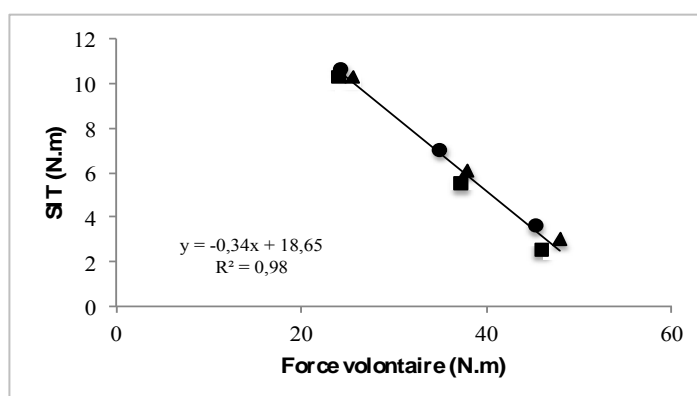


Figure 1. Exemple d'une régression linéaire utilisée pour estimer la secousse évoquée par TMS sur le muscle tibial antérieur au repos.

Résultats

Les mesures de VA cortical et des CSP présentent une excellente reproductibilité intra- et inter-session ($ICC \geq 0,75$; Fleiss, 1981) (Tableau 1). Les MEPs évoqués à MVC présentent une excellente reproductibilité inter-session ($ICC \geq 0,75$), et une reproductibilité modérée à bonne ($ICC = 0,40-0,74$) en intra-session.

Tableau 1. Reproductibilité intra et inter-session de VA, MEP et CSP mesurés sur le muscle tibial antérieur

	Moyenne \pm ET			Reproductibilité intra-session			Reproductibilité inter-session		
	Session 1	Session 2	Session 3	ICC	CV (%)	SEM	ICC	CV (%)	SEM
SIT (Nm)	0,8 \pm 0,9	0,7 \pm 0,8	0,6 \pm 0,4	0,73	46,4	0,5	0,95	38,3	0,2
ERT (Nm)	16,4 \pm 8,1	16,2 \pm 4,9	17,4 \pm 7,3	0,47	13,2	4,9	0,94	13,9	1,8
VA (%)	95,7 \pm 5,1	95,9 \pm 4,7	96,4 \pm 4,9	0,80	1,7	2,3	0,99	0,8	0,4
MEP (%M sup)	0,57 \pm 0,12	0,53 \pm 0,11	0,52 \pm 0,11	0,72	8,8	0,06	0,85	12,1	0,04
CSP (ms)	250,6 \pm 51,2	267,4 \pm 54,4	229,3 \pm 62,1	0,98	7,3	7,4	0,95	8,6	13,2

Conclusion et perspectives

Ces résultats apparaissent en accord avec des études ayant évalué le VA cortical sur d'autres groupes musculaires (Todd et al., 2003 ; Goodall et al., 2009). Cette étude nous a ainsi permis de confirmer la bonne reproductibilité du niveau d'activation cortical du muscle tibial antérieur, ainsi que des MEP associés (reflet de l'excitabilité corticospinale) et des CSP (reflet de l'inhibition intracorticale). Il apparaît alors que ces mesures peuvent être utilisées de manière fiable afin d'investiguer les adaptations nerveuses corticales induites par l'entraînement. Ainsi, une étude en cours vise à étudier les adaptations nerveuses d'origines corticales après un protocole d'entraînement de 8 semaines par vibrations localisées sur ce muscle.

Références

- Fleiss, JL. (1981). Statistical methods for rates and proportions. New York : Wiley.
- Todd, G., Taylor, JL., Gandevia, SC. (2003). Measurement of voluntary activation of fresh and fatigued human muscles using transcranial magnetic stimulation. *J Physiol* 551(Pt 2): 661-671.
- Goodall, S., Romer, LM., Ross, Z. (2009). Voluntary activation of human knee extensors measured using transcranial magnetic stimulation. *Exp Physiol* 94(9): 995-1004.
- Goodall, S., Howatson, G., Romer, L., Ross, E. (2014). Transcranial magnetic stimulation in sport science: a commentary. *Eur J Sport Sci* 14 Suppl 1: S332-340.

Effet de la longueur musculaire sur le niveau d'activation maximal volontaire des fléchisseurs plantaires chez les garçons et les hommes

Kluka Virginie^{1,3}, Martin Vincent¹, Garcia Vicencio Sebastian¹, Cédric Morio³, Emmanuel Coudeyre² & Ratel Sébastien¹

¹Université Clermont Auvergne, Université Blaise Pascal, EA 3533, Laboratoire des Adaptations Métaboliques à l'Exercice en Conditions Physiologiques et Pathologiques, BP 10448, F-63000 Clermont Ferrand

²CHU Gabriel Montpied (Clermont-Fd)

³Oxylane Research (Villeneuve d'Ascq)
v.kluka@hotmail.fr

Introduction

Les facteurs qui contribuent à l'augmentation de la force maximale volontaire au cours de la croissance restent encore débattus (Bouchant et al., 2011). Même si le rôle de la masse musculaire dans l'augmentation de la force maximale volontaire fait consensus, celui des facteurs nerveux reste encore très discuté. En effet, alors que Belanger et McComas (1989) et Hatzikotoulas et al. (2014) n'ont trouvé aucune différence significative de niveau d'activation maximal volontaire (NA ; mesuré par la technique de la secousse surimposée) des fléchisseurs plantaires (FP) entre des enfants pré-pubères et des adolescents ou des adultes, d'autres auteurs ont rapporté un NA des FP plus faible chez des enfants pré-pubères par rapport à des adultes (Grosset et al., 2008). Au delà des effets de l'âge, cette discordance de résultats pourrait être en partie attribuée aux conditions mécaniques dans lesquelles est produite la contraction musculaire, et plus spécifiquement à la longueur musculaire. En effet, nous avons récemment montré au niveau des extenseurs du genou que la longueur musculaire affecte les différences de NA entre enfants et adultes (Kluka et al., 2015). A grande longueur musculaire, les adultes produisaient un NA supérieur aux enfants mais ces différences disparaissaient à faible longueur. Nous avons suggéré que le manque d'augmentation du NA avec la longueur chez l'enfant pouvait refléter une réponse afférente Ia limitée à grande longueur chez l'enfant, en raison de sa plus grande compliance musculo-tendineuse, qui limiterait l'étirement des fuseaux neuromusculaires, et donc la réponse excitatrice Ia. Si cette proposition se révèle exacte, alors peu/pas de différence de NA devrait être observée entre enfants et adultes pour un groupe musculaire à forte compliance musculo-tendineuse, tel que FP (Vaugh, Blazevich et al. 2012). De plus, aucun effet de la longueur sur NA ne devrait être observé sur ce groupe musculaire. L'objectif de cette étude était donc de vérifier ces hypothèses en comparant, entre enfants pré-pubères et adultes, le NA des FP à différentes longueurs musculaires.

Matériels & Méthodes

Quatorze garçons pré-pubères (âge: $10,0 \pm 1,0$ ans, Stade de Tanner 1-2) et quinze hommes (âge: $24,6 \pm 4,2$ ans) ont participé à cette étude. Le consentement écrit et éclairé des sujets et/ou de leur tuteur légal a été obtenu et le protocole a été approuvé par le comité de protection des personnes.

Les propriétés neuromusculaires des FP ont été évaluées à l'aide de stimulations magnétiques simples et de contractions maximales volontaires isométriques (CMV).

Les participants ont réalisé sept CMV des FP sur un ergomètre isocinétique (Cybex NORM, New-York, USA) à des angles randomisés de 80°, 85°, 90°, 95°, 100°, 105° et 110° (180° = extension complète) pour évaluer l'effet de la longueur musculaire sur NA. Lors des CMV, les sujets devaient produire un effort maximal et le maintenir pendant environ 3s. Des stimulations magnétiques simples étaient délivrées sur le nerf tibial postérieur, au niveau du creux poplité (O'Brien, Reeves et al. 2008), via une bobine double de 70 mm (Champ magnétique d'environ 2,04 T), connectée à un stimulateur magnétique (Magstim 200², Grande Bretagne). Ces stimulations étaient délivrées pendant (secousse surimposée), puis 3s après la fin de la CMV (secousse potentialisée), selon la méthode de la secousse surimposée, qui permet de calculer NA.

Résultats

Le moment maximal volontaire isométrique des FP était significativement supérieur chez les hommes par rapport aux garçons quel que soit l'angle articulaire de la cheville ($P < 0,001$). Le moment était plus élevé à grande longueur (80°) qu'à courte longueur musculaire (110°) chez les hommes ($89,4 \pm 19,4$ N.m vs. $46,8 \pm 17,0$ N.m respectivement; $P < 0,001$) et chez les garçons ($44,9 \pm 18,5$ N.m vs. $26,6 \pm 12,8$ N.m ; $P < 0,001$). Enfin, le NA était significativement supérieur chez les hommes par rapport aux garçons, quel que soit l'angle articulaire (En moyenne $92,4 \pm 1,7\%$ vs. $87,6 \pm 1,6\%$; $P < 0,05$) (Figure 2). Cependant, aucun effet de la longueur musculaire sur le NA n'était observé.

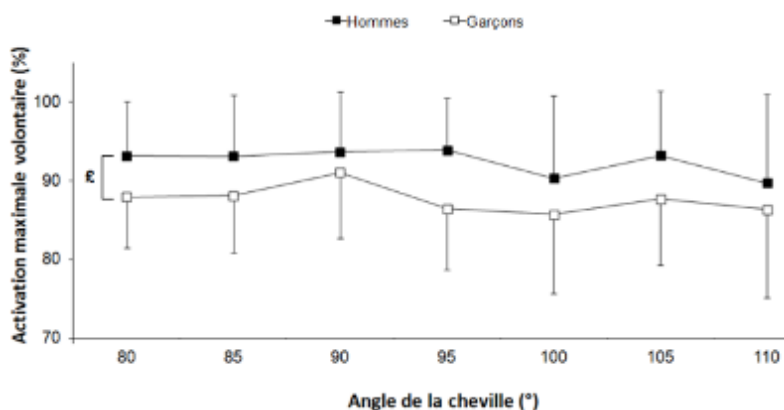


Figure 1. Relation entre l'activation volontaire maximale (%) des fléchisseurs plantaires et l'angle de la cheville chez les garçons (□) et les hommes (■). £ $P < 0,05$: différences significatives entre les hommes et les garçons.

Conclusion

Le niveau d'activation maximal volontaire explique en partie les différences de moment maximal des fléchisseurs plantaires entre les garçons et les hommes mais ne semble pas être affecté par les changements de longueur musculaire des fléchisseurs plantaires dans les deux populations. Ce manque de dépendance à la longueur musculaire du niveau d'activation maximal volontaire des fléchisseurs plantaires pourrait s'expliquer par la haute compliance du tendon d'Achille. La plus faible capacité d'activation maximale volontaire chez les garçons pourrait être attribuée à une maturation inaboutie.

Références

- Belanger, A.Y. & McComas, A.J. (1989). Contractile properties of human skeletal muscle in childhood and adolescence. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 58, 563-567.
- Bouchant, A., Martin, V., Maffiuletti, N.A., Ratel, S. (2011). Can muscle size fully account for strength differences between children and adults? *Journal of Applied Physiology*, 110, 1748-1749.
- Grosset, J.F., Mora, I., Lambertz, D., Perot, C. (2008). Voluntary activation of the triceps surae in prepubertal children. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 18, 455-465.
- Hatzikotoulas K, Patikas D, Ratel S, Bassa E, Kotzamanidis C. Central and peripheral fatigability in boys and men during maximal contraction. *Med Sci Sports Exerc.* 2014;46(7):1326-33.
- Kluka V, Martin V, Vicencio SG, Jegu AG, Cardenoux C, Morio C, Coudeyre E, Ratel S. Effect of Muscle Length on Voluntary Activation Level in Children and Adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2015;47(4):718-24.
- O'Brien, T. D., N. D. Reeves, et al. (2008). Assessment of voluntary muscle activation using magnetic stimulation. *European Journal of Applied Physiology* 104(1): 49-55.
- Waugh, C. M., A. J. Blazevich, et al. (2012). Age-related changes in mechanical properties of the Achilles tendon. *Journal of Anatomy* 220(2): 144-155.

Impact de l'obésité sur les mécanismes centraux responsables de la production de force chez l'adolescente

Garcia Vicencio Sebastian¹, Martin Vincent¹, Virginie Kluka¹, Fourot Anne-Véronique², Coudeyre Emmanuel³ & Ratel Sébastien¹

¹«Laboratoire des Adaptations Métaboliques à l'Exercice en Conditions Physiologiques et Pathologiques» (EA 3533) Université Clermont Auvergne, Université Blaise Pascal;

²MECSS Tza Nou, La Bourboule;

³Service de Médecine Physique et de Réadaptation, CHU de Clermont-Ferrand

Sebastian.Garcia_Vicencio@etudiant.univ-bpclermont.fr

Introduction

L'excès de masse grasse supporté au quotidien par les personnes obèses a été classiquement considéré comme un facteur limitant de la performance lors des activités locomotrices (1). Cependant, cet excès de masse grasse engendre également une surcharge mécanique qui pourrait agir comme un stimulus d'entraînement générant des adaptations positives au niveau des groupes musculaires soumis à la surcharge corporelle (2), notamment chez les enfants et adolescents obèses. Ces adaptations neuromusculaires pourraient expliquer la plus grande capacité de production de force des membres inférieurs observée dans cette population (3). Ainsi, nous avons récemment montré (*résultats non-publiés*) que la surcharge pondérale est associée à une hypertrophie musculaire et à une augmentation de l'angle de pennation des muscles des membres inférieurs chez les adolescentes obèses par rapport aux filles normo-pondérées. Ces adaptations périphériques sont par ailleurs fortement corrélées à la capacité de production de force. Toutefois, nous avons observé une force spécifique (*i.e.* rapportée à la masse maigre segmentaire) supérieure au niveau des muscles les plus soumis à la surcharge pondérale (*e.g.* les fléchisseurs plantaires). Ces résultats suggèrent qu'en plus de modifications architecturales et morphologiques, l'obésité pourrait avoir un impact positif sur les facteurs centraux de la production de force (*i.e.* une augmentation du niveau d'activation (NA)), de façon similaire à ce qui est observé avec l'entraînement en force.

Objectif et Hypothèse

L'objectif de cette étude était d'évaluer l'effet de l'obésité sur le NA chez l'adolescente. Nous avons formulé l'hypothèse que l'excès de masse corporelle supporté par les adolescentes obèses agit comme un stimulus d'entraînement chronique générant une augmentation du NA. Cette adaptation pourrait être plus accentuée au niveau des muscles très soumis à la surcharge (*i.e.* les fléchisseurs plantaires (FP)) par rapport aux muscles moyennement soumis (*i.e.* les extenseurs du genou (EG)) et peu soumis (*i.e.* l'adducteur du pouce (AP)) à la surcharge mécanique.

Méthodologie

12 adolescentes obèses (12-15 ans) ont été appariées à 12 adolescentes normo-pondérées en fonction de l'âge chronologique, du niveau de maturation et de la taille. La force des muscles EG, FP et AP a été évaluée au cours de Contractions Maximales Volontaires (CMV) isométriques. Cette force a été ensuite rapportée à la masse maigre (MM) segmentaire mesurée par DXA pour EG et FP. Le NA a été calculé en utilisant la technique de la secousse surimposée par stimulation magnétique unique du nerf moteur.

Résultats

Force absolue. Nous avons observé une force absolue plus élevée pour les muscles EG ($224,6 \pm 39,5$ vs. $135,7 \pm 32,7$ N·m; $p < 0,001$) et FP ($73,3 \pm 16,5$ vs. $44,5 \pm 6,2$ N·m; $p < 0,001$) chez le groupe obèse par rapport au groupe non-obèse. Cependant, aucune différence entre les groupes obèses et non-obèses n'était observée pour AP ($55,2 \pm 8,6$ N vs. $48,4 \pm 9,2$ N, respectivement).

Force spécifique. La force spécifique du groupe obèse était significativement supérieure à celle du groupe non-obèse pour FP ($36,4 \pm 81,0$ vs. $28,7 \pm 7,7$ N·m·kg⁻¹MM ; $p < 0,05$) mais pas pour EG

($35,5 \pm 6,9$ vs. $31,6 \pm 7,4$ N·m·kg⁻¹MM).

Niveau d'activation. Le NA était significativement supérieur pour EG et FP dans le groupe obèse par rapport au groupe non-obèse. Aucune différence entre les groupes n'était observée pour AP. Les NA de FP et EG étaient significativement supérieurs au NA de AP dans le groupe obèse. Dans le groupe non-obèse, seul le NA de FP était supérieur à celui de AP (Figure 1).

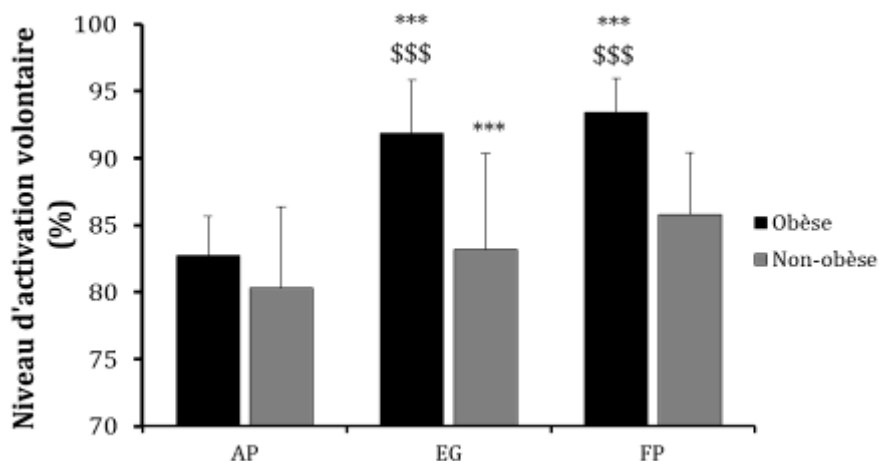


Figure 1. Niveau d'activation Volontaire (%) des Extenseurs du Genou (EG), des Fléchisseurs Plantaires (FP) et de l'Adducteur du Pouce (AP). ***: significativement différent d'AP ($p < 0,001$); \$\$\$: significativement différent du groupe normo-pondéré ($p < 0,001$).

Discussion

Les résultats montrent un impact favorable de l'obésité sur le NA des muscles des membres inférieurs. Cet effet semble plus marqué sur les muscles les plus soumis à la surcharge pondérale (*i.e.* la force spécifique et le NA sont supérieurs pour FP) par rapport aux muscles moyennement soumis (*i.e.* le NA est supérieur pour EG) chez les adolescentes obèses. L'excès de masse corporelle supporté par les adolescentes obèses pourrait donc agir comme un stimulus chronique responsable de ces adaptations, qui sont comparables à celles observées après un entraînement en force chez le sujet sain.

Références

1. Tsiros MD, Coates AM, Howe PR, Grimshaw PN, Buckley JD. Obesity: the new childhood disability? *Obesity reviews : an official journal of the International Association for the Study of Obesity.* 2011 Jan;12(1):26-36.
2. Maffiuletti N, Ratel S, Sartorio A, Martin V. The Impact of Obesity on In Vivo Human Muscle Function. *Current Obesity Reports.* 2013 2013;2:251-60.
3. Abdelmoula A, Martin V, Bouchant A, Walrand S, Lavet C, Taillardat M, Maffiuletti N, Boisseau N, Duché P, Ratel S. Knee extension strength in obese and nonobese male adolescents. *Applied physiology, nutrition, and metabolism = Physiologie appliquée, nutrition et métabolisme.* 2012 Apr;37(2):269-75.

Session Orale N°11

Imagerie mentale, imagerie motrice

(Modérateur : Giovanni DeMarco)

Selective efficacy of static and dynamic imagery in different states of physical fatigue

Thiago Ferreira Dias Kanthack^{1,2}, Aymeric Guillot¹, Christian Collet¹, Leandro Ricardo Altimari³, & Franck Di Rienzo¹

¹ Centre de Recherche et d'Innovation sur le Sport (EA 647), Université Claude Bernard Lyon 1.

² CAPES Foundation, Ministry of Education of Brazil, Brasília

³ Group of Research in Neuromuscular System and Exercise, Londrina State University.

thiago.ferreira-dias-kanthack@etu.univ-lyon1.fr

Introduction

There is now ample evidence that motor imagery (MI) contributes to improve motor performance. Recent data suggest that dynamic motor imagery (dMI), which incorporates slight body movements while imagining an action, may be more efficient than pure static MI (sMI). While physical fatigue, measured by heart rate and self-perception (Borg, 1990), is known to impair not only motor performance but also motor imagery accuracy (Di Rienzo, Collet, Hoyek, & Guillot, 2012), there is yet no experimental data comparing the respective effects of sMI and dMI in different states of physical fatigue. Basketball free throw has been proven to benefit from motor imagery practice (Kanthack, Bigliassi, Vieira, & Altimari, 2014), and is one of the most important skills in basketball performance, particularly during the last minutes of the game. The present study compared the relative efficacy of dMI and sMI when players were in a fatigued or non-fatigued state.

Methods

In study 1, 10 national basketball athletes completed (in a counterbalanced order) a sMI and dMI intervention (5 trials). As CONTROL condition, they kept a conversation with the researcher about the training for the same amount of time. Immediately after each condition, players physically performed 5 successive free throws. Experimental sessions were separated from each other by 72h to prevent carryover effects. The same design was used in study 2, except that the sMI/dMI/CONTROL intervention was delivered immediately after an incremental running test completed until exhaustion (20 m shuttle run test). Heart rate (HR) and self-reported exhaustion (SRE, see Utter et al., 2004) were collected after both the warm-up and the exhaustion test, as well as after the sMI/dMI/CONTROL interventions, to control energy expenditure across conditions. Imagined and actual free throw shooting times were recorded. Finally, sMI and dMI vividness were self-reported by players on a 6-levels Likert type scale. All tests occurred at the same daytime to avoid circadian effects. Data were treated with mixed linear models. The Smallest Worthwhile Change (SWC) was also applied to investigate marginally significant effects.

Results

sMI/dMI vividness and accuracy were similar among conditions for both studies. A similar pattern of HR and OMNI variations was found across conditions for both studies, i.e. a significant increase after the shuttle run test and a significant decrease after sMI/dMI/CONTROL intervention. In study 1, a between conditions comparison revealed higher HR values after dMI as compared to sMI and CONTROL ($p < 0.05$). Study 2 additionally revealed lower HR values after MI practice compared to dMI and CONTROL ($p < 0.05$). sMI and dMI vividness were similar across conditions in both studies. Likewise, imagined and actual movement times were comparable in all experimental conditions.

dMI resulted in greater free throw performance ($p < 0.01$) in Study 1 as compared to sMI and CONTROL. A statistical trend towards greater performance after sMI compared to CONTROL was also observed ($p = 0.06$). After the exhaustion test in Study 2, shooting accuracy slightly improved after sMI as compared to the CONTROL condition ($p = 0.09$). This trend was confirmed by the SWC analyses, which yielded 83% chance of beneficial effect of sMI over CONTROL. We did not observe any difference between dMI and CONTROL (Figure 1).

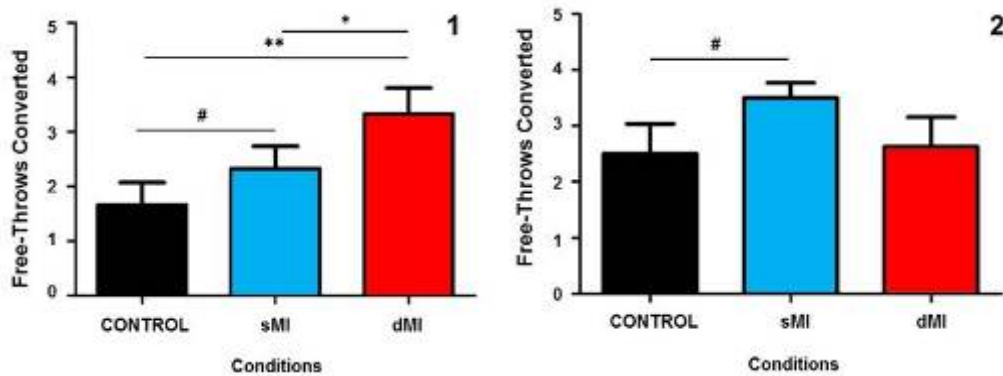


Figure 1. C. Free throw accuracy across conditions and studies. 1 = panel 1 and 2 = panel 2.
* $p < 0.05$, #Statistical trend ($0.05 < p < 0.1$)

Discussion

In Study 1, dMI was found to be more efficient than sMI to enhance performance, as shown recently by Guillot, Moschberger, and Collet (2013). Study 2 further demonstrated that physical fatigue strongly altered this effect. Considering that the current physical state affects body representation, adding overt body components to mental rehearsal under fatigue may create interferences between actual and predicted body states. As action representation is embodied and integrates the current state of the motor system (Demougeot & Papaxanthis, 2011), physical fatigue might thus lead to inappropriate state estimation provided by the forward model during dMI. Interestingly, sMI yielded slightly better accuracy under fatigue compared to CONTROL (as confirmed by the SWC analysis). Overall, another important finding is that neither sMI nor dMI never elicited negative effects in free-throw performance when compared to CONTROL.

Conclusion

A major finding of the present study is that imagining the movement contributed to enhance motor performance, with the optimal use of sMI and dMI being linked to exhaustion/energy expenditure. dMI might be better than sMI to improve movement accuracy when athletes are not fatigued, whereas under physical fatigue sMI would be more efficient to impact performance. Hence, the present study provides new insight about the optimal use of sMI and dMI. dMI may be prioritized in the early phases of the game. In contrast, although dMI is not harmful or debilitating, this is not the most relevant alternative in a fatigued state, and sMI should thus be preferred during the last minutes of the game, where shooting accuracy is crucial to win.

References

- Borg, G. (1990). Psychophysical scaling with applications in physical work and the perception of exertion. *Scandinavian journal of work, environment & health*, 55-58.
- Demougeot, L., & Papaxanthis, C. (2011). Muscle fatigue affects mental simulation of action. *The Journal of Neuroscience*, 31(29), 10712-10720.
- Di Rienzo, F., Collet, C., Hoyek, N., & Guillot, A. (2012). Selective effect of physical fatigue on motor imagery accuracy. *PloS one*, 7(10), e47207.
- Guillot, A., Moschberger, K., & Collet, C. (2013). Coupling movement with imagery as a new perspective for motor imagery practice. *Behav. Brain Funct*, 9(8).
- Kanthack, T. F. D., Bigliassi, M., Vieira, L. F., & Altimari, L. R. (2014). Acute effect of motor imagery on basketball players' free throw performance and self-efficacy. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, 16(1), 47-57.
- Utter, A. C., Robertson, R. J., Green, J. M., Suminski, R. R., McAnulty, S. R., & Nieman, D. C. (2004). Validation of the Adult OMNI Scale of perceived exertion for walking/running exercise. *Medicine and science in sports and exercise*, 36(10), 1776-1780.

Evolution de la capacité d'imagerie au cours d'un entraînement mental

Célia Ruffino¹, Charalambos Papaxanthis¹, Aymeric Guillot², Christian Collet² & Florent Lebon¹

¹ Laboratoire INSERM U1093 « Cognition, Action et Plasticité Sensorimotrice », Université de Dijon. ² CRIS (EA 647), « Mental and Motor Performance », Université Claude Bernard Lyon 1, Villeurbanne Cedex, France.
celia.ruffino@u-bourgogne.fr

Introduction

L'imagerie motrice, qui est la simulation mentale d'une action, est un champ de recherche de plus en plus étudié dans le domaine des neurosciences et de la neurophysiologie. Elle est aujourd'hui utilisée à des fins d'entraînement, dans des domaines tels que le milieu sportif ou la rééducation. En effet, de nombreuses études se sont intéressées à l'amélioration de la performance qui pourrait être induite par la répétition d'actions mentalement simulées. Il a notamment été constaté, suite à un entraînement mental, une augmentation de la force maximale volontaire (Yue & Cole, 1992), ainsi qu'une diminution du temps du mouvement et une amélioration de la précision dans une tâche de pointage (Gentili et al., 2006). Cependant, la capacité individuelle des personnes à imaginer un mouvement pourrait s'avérer être une barrière à l'entraînement par imagerie motrice (Madan & Singhal, 2012). Il existe de nombreux indices pertinents permettant d'évaluer cette capacité à imaginer un mouvement. Collet et al. (2011) ont développé l'Indice d'Imagerie Motrice (IIM) regroupant plusieurs indicateurs. L'IIM comprend des mesures psychométriques (questionnaire de capacité d'imagerie et auto-estimation), comportementales (isochronie entre le temps nécessaire pour réaliser et pour imaginer un mouvement), ou encore psychophysiques (résistance cutanée et arythmie sinusale respiratoire). Ces deux dernières mesures nous donnent des indications sur l'implication dans une tâche cognitive (par l'activation du système nerveux autonome). Cependant, aucune étude ne s'est encore intéressée à l'évolution de la capacité d'imagerie au cours d'un entraînement mental aigu. Le but de notre étude a donc été d'analyser l'évolution de l'IIM au cours d'une séance d'entraînement mental.

Méthode

Seize sujets droitiers ont participé à cette étude, dont la tâche était de réaliser un mouvement de pointage alliant vitesse et précision. Dans un premier temps, les sujets ont effectué réellement la séquence de pointage à trois reprises. Ils se sont ensuite entraînés mentalement sur cette même tâche. Six blocs de dix répétitions imaginées ont été effectués. A la fin de chaque bloc, il a été demandé aux sujets d'auto-estimer la qualité de leur imagerie. Pendant l'entraînement, les différents indices psychophysiques de l'IIM ont été enregistrés. Nous avons chronométré le temps d'imagerie, qui a été comparé au temps du mouvement réel. La durée de perturbation ohmique, mesurée grâce à la résistance cutanée, a été comparée à valeurs obtenues lors des essais réels. L'arythmie sinusale respiratoire, qui correspond à l'amplitude des pics de fréquence cardiaque instantanée, a été comparée entre le repos et les essais imaginés. Pour finir, il a été demandé aux sujets de répondre à un questionnaire de capacité d'imagerie (MIQ-R ; Hall & Martin, 1997). Grâce au calcul des ratios des différents indices, nous avons obtenu le score de l'IIM pour chaque bloc. Ce score a été calculé par la somme des ratios, pondérés de deux pour les indices comportementaux et physiologiques (chronométrie mentale, durée de perturbation ohmique et arythmie sinusale respiratoire).

Résultats

Concernant l'analyse bloc par bloc de l'évolution de la capacité d'imagerie (figure 1), les résultats montrent que le score obtenu à l'IIM évolue au cours de l'entraînement ($F_{5,75}=8.43$; $p<0.001$). En effet, le bloc 1 diffère significativement des blocs 3 ($p=0.02$), 4 ($p<0.01$), 5 ($p<0.01$) et 6 ($p=0.02$). Si nous analysons désormais l'évolution du score au sein du premier bloc (après 3, 5 et 10

répétitions imaginées), nous observons une diminution significative du score IIM ($p=0.047$). En effet, le score moyen obtenu à l'IIM était de 4.173 ± 1.138 points au bout de 3 répétitions contre seulement 3.665 ± 1.203 points au bout des 10 répétitions (figure 2).

L'évolution du score s'explique principalement par la diminution des réponses du système nerveux autonome (réduction de la durée de perturbation ohmique au cours de l'imagerie).

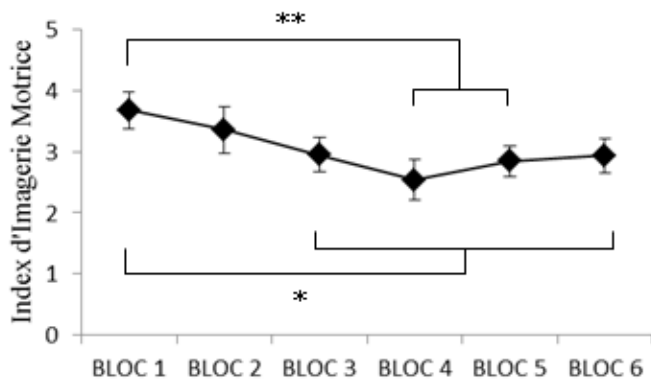


Figure 1. Evolution du score IIM au cours de l'entraînement mental. *: $p < 0.05$; **: $p < 0.01$.

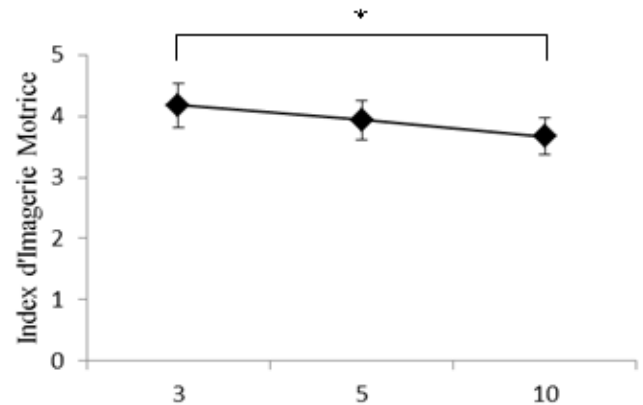


Figure 2. Evolution du score IIM au cours bloc 1. *: $p < 0.05$.

Discussion

Les résultats nous montrent, qu'au cours d'un entraînement mental, les réponses psychophysiologiques diminuent lorsqu'un sujet imagine un mouvement. Le score obtenu à l'IIM décroît significativement au fur et à mesure des répétitions imaginées. La question serait désormais d'essayer de comprendre l'origine de cette diminution, mettant en avant deux hypothèses. Dans un premier temps, la diminution de la concentration pourrait expliquer la diminution du score IIM. Cependant, au vu des résultats obtenus au sein du bloc 1 (après seulement 10 répétitions), une seconde hypothèse serait que le niveau d'attention nécessaire aux sujets pour imaginer le mouvement deviendrait moins important. Dans le cas présent, nous pourrions considérer que les sujets s'habituent à la tâche, et que la simulation mentale deviendrait ainsi plus facile, et qu'elle nécessiterait moins d'effort. Cette évolution du score de capacité d'imagerie semble, dans les deux cas, être un facteur à prendre en compte lors d'un entraînement par imagerie motrice, pour adapter au mieux la composition de chaque session.

Références

- Collet, C., Guillot, A., Lebon, F., MacIntyre, T., & Moran, A. (2011). Measuring motor imagery using psychometric, behavioural, and psychophysiological tool. *Exerc. Sport. Sci. Rev.*, 39(2) 85-92.
- Gentili, R., Papaxanthis, C., & Pozzo, T. (2006). Improvement and generalization of arm motor performance through motor imagery practice. *Neuroscience*, 137, 761-772.
- Hall, CR., & Martin, KA. (1997). Measuring movement imagery. *Journal of Mental Imagery*, 21, 143-154.
- Madan, C., & Singhal, A. (2012). Motor imagery and higher-level cognition: Four hurdles before research can sprint forward. *Cognitive processing*, 13, 211-229.
- Yue, G. & Cole, K. (1992). Strength increases from the motor program: comparison of training with maximal voluntary and imagined muscle contractions. *Journal of neurophysiology*, 67(5), 1114-1123.

Spécificité graduelle de l'imagerie motrice

Elodie Traverse¹, Charalambos Papaxanthis¹, & Florent Lebon¹

¹ Laboratoire « Cognition, Action et Plasticité Sensorimotrice » (INSERM U1093), Université de Bourgogne, Dijon

elodie_traverse@etu.u-bourgogne.fr

Introduction

L'imagerie motrice est la représentation mentale consciente d'une action sans la production concomitante de l'activité musculaire requise pour réaliser physiquement le mouvement (Decety, 1996). La spécificité graduelle de l'imagerie motrice démontre que le niveau d'activation du cortex moteur lors d'un mouvement imaginé reproduit qualitativement celui mesuré pendant l'exécution réelle du même mouvement. L'imagerie graduelle étant notamment utilisée en clinique pour réduire les douleurs chroniques liées aux syndromes (Priganc et Stralka, 2011), il est important d'en connaître les mécanismes sous-jacents. Toutefois, cette spécificité est controversée pour des contractions du même groupe musculaire à différentes intensités de contraction. La technique de stimulation magnétique transcrânienne (SMT) est utilisée pour évaluer l'excitabilité corticospinale pendant l'imagerie motrice. L'amplitude des potentiels moteurs évoqués (PME), indice du niveau d'excitabilité corticospinale, est mesurée au niveau du muscle impliqué dans la contraction, suite à la stimulation du cortex moteur primaire controlatéral. Park et Li (2011) ont d'abord montré que l'excitabilité corticospinale n'était pas modulée lorsque les sujets imaginaient une flexion des doigts entre 10 et 60% de la force maximale isométrique. Au contraire, Mizuguchi et al. (2013) et Helm et al. (2015) ont montré que l'excitabilité était augmentée pour une contraction imaginée d'intensité de plus en plus élevée. Notre étude s'attache à répondre à ces différences et à comprendre les processus sous-jacents de l'imagerie graduelle en mesurant le niveau d'excitabilité corticospinale pour différentes intensités d'imagerie dans des conditions où le muscle cible est activé ou relâché.

Méthode

Vingt participants masculins ont été répartis dans deux expérimentations (Figure 1). La durée de la période de silence, correspondant à l'absence d'activité électromyographique à la suite du PME lorsque le muscle est activé, ainsi que l'amplitude des PME étaient mesurées pour évaluer respectivement le degré d'inhibition et les mécanismes de facilitation. Les données étaient normalisées par la réponse directe maximale (onde Mmax), obtenues en stimulant le nerf médian du bras droit. Des tests non-paramétriques (ANOVA de Friedman et tests de Wilcoxon pour échantillons appariés) ont été utilisés pour comparer les différentes intensités de contractions.

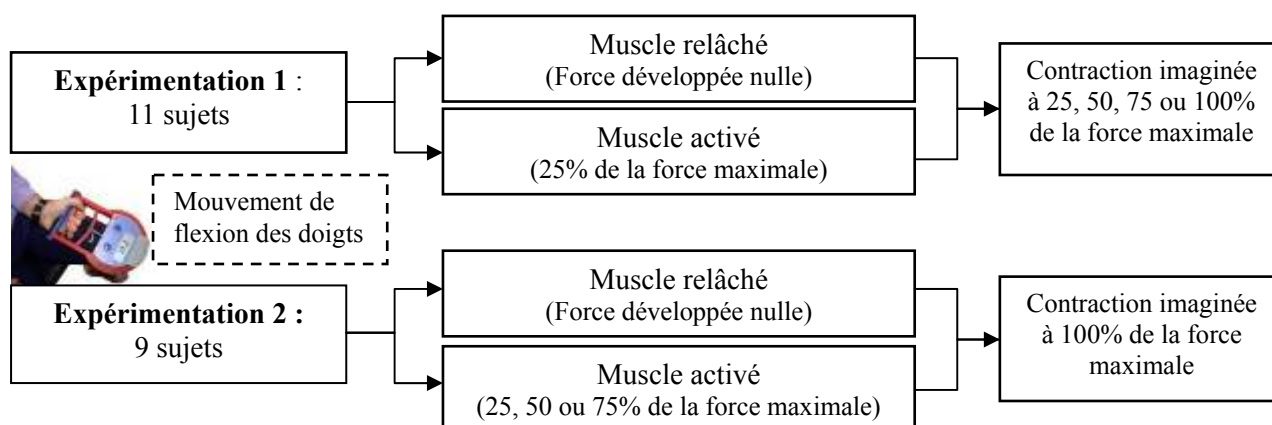


Figure 1. Méthode expérimentale

Résultats

Expérimentation 1 : les résultats montrent une modulation des PME lorsque le muscle est relâché ($\chi^2=12.88$, $p=0.01$) mais pas lorsqu'il est activé ($\chi^2=8.08$, $p=0.09$). L'analyse post-hoc confirme une augmentation de l'excitabilité corticospinale pendant que la personne imagine lorsque le muscle

est relâché, quelle que soit l'intensité de contraction imaginée (tous, $p > 0.01$ comparativement au repos). De façon intéressante, l'amplitude des PME est plus importante pour des contractions imaginées à 75% de la CMV comparativement à 25% et 50%. Lorsque le muscle est activé à 25% de la MVC, la période silencieuse n'est pas modulée par l'imagerie ($\chi^2 = 1.04$, $p = 0.90$). L'analyse de l' EMG_{RMS} (root mean square) 100ms avant la SMT ne montre aucune modulation pour la condition relâchée ($\chi^2 = 5.20$, $p = 0.27$) et activée ($\chi^2 = 7.76$, $p = 0.10$).

Expérimentation 2 : l'ANOVA révèle une interaction entre la condition imaginée et l'intensité de la contraction réelle ($\chi^2 = 36.33$, $p < 0.001$). L'amplitude des PME lorsque le muscle est relâché est logiquement plus petite que lorsque le muscle est activé, quelle que soit l'intensité de la contraction (pour tous, $p < 0.01$). Cependant, les PME ne sont augmentés pendant l'imagerie que lorsque le muscle est relâché ($p = 0.02$). Ce résultat est confirmé par l'absence de modulation de la période de silence en fonction de l'intensité de la contraction et de la condition imaginée ($\chi^2 = 9.11$, $p = 0.10$).

Table 3 : Moyennes (écart-type) des ratios PME/Mmax du muscle long palmaire.

Muscle	Exp. 1		Exp. 2			
	Relâché	Activé 25%	Relâché	25%	Activé 50%	75%
Sans IM	.058 (.04)	.252 (.151)	.026 (.011)	.202 (.130)	.258 (.125)	.290 (.177)
25%	.093 (.08)	.229 (.134)				
Avec IM	.096 (.09)	.260 (.143)				
50%	.110 (.102)	.230 (.132)				
75%	.078 (.046)	.281 (.169)	.062 (.044)	.220 (.130)	.293 (.154)	.304 (.174)
100%						

Discussion

Cette étude confirme les résultats de Mizuguchi et al. (2013) et Helm et al. (2015), en montrant une facilitation progressive de l'excitabilité corticospinale avec l'augmentation de l'intensité de la contraction imaginée. Cependant, l'amplitude maximale des PME était observée pour une intensité de 75% de la CMV et non de 100% et cela uniquement lorsque le muscle était relâché. Il se peut que l'imagerie d'une contraction maximale active des mécanismes inhibiteurs limitant l'augmentation linéaire de l'excitabilité corticospinale avec l'intensité de l'imagerie, afin d'empêcher toute contraction musculaire. Une activation faible du muscle à 25% de la CMV n'engendrait aucune modulation de l'excitabilité corticospinale quelle que soit l'intensité de la contraction imaginée. La spécificité graduelle décrivant une augmentation des PME avec l'intensité d'imagerie n'est pas démontrée lorsque le muscle est activé. De plus, les inhibitions corticales ne sont pas modifiées quel que soit le niveau d'activation musculaire et l'intensité d'imagerie. La spécificité graduelle de l'imagerie motrice est bien démontrée au niveau corticospinal mais uniquement lorsque le muscle est relâché. Lorsque le muscle est activé, des mécanismes neurophysiologiques liés à la contraction volontaire altèrent cette spécificité graduelle. Ces résultats sont à prendre en considération pour l'utilisation de l'imagerie graduelle en clinique.

Références

- Decety, J. (1996). The neurophysiological basis of motor imagery. *Behavioural brain research*, 77, 45-52.
- Helm, F., Marinovic, W., Krüger, B., Munzert, J., & Riek, S. (2015). Corticospinal excitability during imagined and observed dynamic force production tasks: effortfulness matters. *Neuroscience*, 290, 398-405.
- Mizuguchi, N., Umehara, I., Nakata, H., & Kanosue, K. (2013). Modulation of corticospinal excitability dependent upon imagined force level. *Exp Brain Res*, 230, 243-249.
- Park, W-H., & Li, S. (2011). No graded responses of finger muscles to TMS during motor imagery of isometric finger forces. *Neuroscience letter*, 494, 255-259.
- Priganc, W. V., & Stralka, W. S. (2011). Graded motor imagery. *Journal of hand therapy*, 24, 164-9.

Effets de l'auto-pertinence et de la taille du stimulus sur la rotation mentale

Hamdi Habacha, Laure Lejeune-Poutrain, Corinne Molinaro

Normandie Université, France, UNICAEN, CesamS, F-14032 Caen, France.

Hamdi.habacha@gmail.com

Introduction

Dans une étude récente, Steggemann et al. (2011) ont montré que les experts en rotations réelles du corps (les gymnastes) sont plus efficaces que les autres sportifs dans une tâche de rotation mentale (RM) consistant en un jugement de latéralité de photographies du corps et ce, particulièrement pour des orientations extrêmes. Cependant, le même résultat n'est pas observé dans l'étude de Jola et Mast (2005) utilisant une tâche similaire. Cette tâche de jugement de latéralité favorise l'incorporation ou *embodiment* (le sujet peut s'imaginer lui-même dans la position présentée sous forme imagée) dont l'efficacité dépend du degré d'intégration du schéma corporel pendant la RM. L'une des principales différences entre ces deux études résulte dans les caractéristiques visuelles des stimuli utilisés (photographies vs représentations en contour noir) qui pourraient influencer la reconnaissance d'objets présentés dans différentes orientations (Nicholson & Humphrey, 2001; Uttl et al., 2006). De plus, des études récentes ont montré que la pertinence des stimuli pouvait augmenter la vitesse de RM comme la taille en rapport avec la réalité (Olsen et al., 2013) et l'utilisation de photographies des participants eux-mêmes (Kaltner et al., 2014). L'objectif de cette étude est de déterminer dans quelle mesure l'auto-pertinence et la taille affectant plus ou moins le réalisme des stimuli (le corps) influencent les capacités de rotation mentale.

Méthode

Participants - 17 hommes (âge moyen de 26,18 ans, SD = 4,75) ont participé à cette étude. Tous les participants ont donné leur consentement volontaire; ils avaient une vision normale et étaient naïfs concernant l'objet de l'étude. *Stimuli* - La moitié des stimuli étaient des photographies d'un modèle masculin standard (corps standard) et l'autre moitié étaient des photographies de chaque participant, avec le bras gauche ou droit tendu. La moitié des stimuli étaient présentés dans une petite taille sur un ordinateur avec un écran de 17,3 "(39,60 cm), et l'autre moitié étaient présentés dans la taille réelle de chaque participant sur un grand écran (3 x 4 m) à l'aide un projecteur vidéo HD (voir figure 1). *Protocole* - Les stimuli étaient présentés selon différentes orientations (0°, 45°, 90°, 135°, et 180°) par l'intermédiaire d'un logiciel développé spécialement pour l'expérience. Le sujet devait identifier le bras levé (gauche ou droit) de l'image présentée à l'écran le plus précisément et rapidement possible. Le logiciel enregistrait automatiquement la justesse et le temps de réaction (TR).

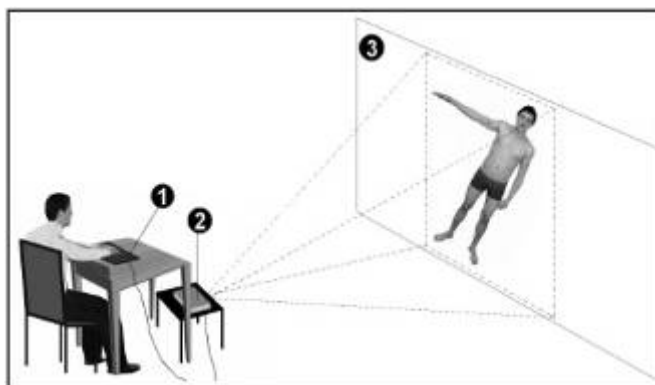


Figure 1. Le modèle expérimental de la présentation de la taille réelle: (1) clavier, (2) vidéo projecteur, et (3) grand écran.

Résultats

Les TR enregistrés ont été soumis à une ANOVA à mesures répétées avec comme variables inter-sujets

l'angle de rotation (0°, 45°, 90°, 135°, et 180°), la taille du stimulus (petite taille, taille réelle) et l'auto-pertinence du stimulus (propre corps, corps standard). Les résultats révèlent un effet significatif de l'auto-pertinence du stimulus ($F(1,16) = 66.498, p < .001, \eta^2 = .806$) : la rotation mentale des photographies du propre corps des sujets de l'expérimentation était significativement plus rapide que la rotation du corps standard. Cet effet est modéré par l'interaction significative entre l'auto-pertinence et la taille du stimulus ($F(1,16) = 5.453, p = .033, \eta^2 = .254$) qui révèle que la rotation mentale des photographies du propre corps des sujets de l'expérimentation était significativement plus rapide seulement lorsqu'elles étaient présentées en taille réelle (Figure 2).

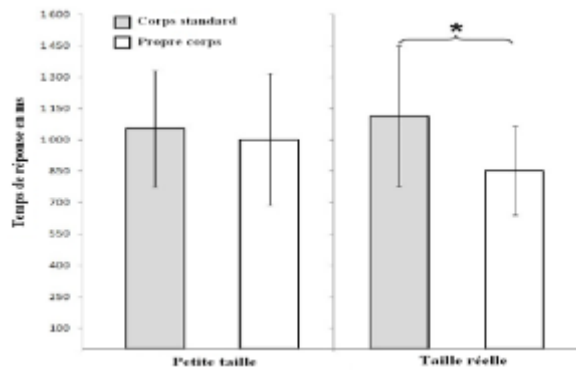


Figure 2. Le temps de réponse moyen en millisecondes selon l'interaction entre l'auto-pertinence et la taille du stimulus.

Discussion

Nos résultats suggèrent que la taille réelle du stimulus permet la différenciation de notre propre corps de celui des autres lors de la rotation mentale. L'auto-pertinence et la taille du stimulus pourraient influencer les processus d'incorporation lors de la tâche de rotation mentale soit au niveau des étapes perceptives, de codage et les processus de prise de décision ou de la rotation mentale elle-même. D'autres expériences utilisant des tâches de comparaisons visuelles de stimuli de différentes tailles et types pourraient identifier le rôle précis de chaque processus spécifique lors de la tâche de rotation mental du corps

Références

- Jola, C., & Mast, F. W. (2005). Mental object rotation and egocentric body rotation: two dissociable processes? *Spatial Cognition and Computation*, 5, 217–237. doi:10.1080/13875868.2005.9683804
- Nicholson, K. G., & Humphrey, G. K. (2001). Surface cues reduce the latency to name rotated images of objects. *Perception*, 30, 1057- 1081.
- Olsen, B. I., Laeng, B., Kristiansen, K. A., Hartvigsen, G. (2013). Size does matter: Women mentally rotate large objects faster than men. *Scandinavian journal of psychology* 54 (3), 196-204. doi.org/10.1111/sjop.12043
- Steggemann, Y., Engbert, K., & Weigelt, M. (2011). Selective effects of motor expertise in mental body rotation tasks: Comparing object-based and perspective transformations. *Brain and Cognition*, 76, 97 – 105.
- Uttl, B., Graf, P., & Santacruz, P. (2006). Object color effects identification and repetition priming. *Scandinavian Journal of Psychology*, 47, 313–325.

Modulation circadienne des capacités d'imagerie motrice chez des patients âgés hospitalisés

Thomas Rulleau^{1,2}, Benoit Mauvieux³ & Lucette Toussaint¹

¹Centre de Recherches sur la Cognition et l'Apprentissage
(CeRCA, CNRS / UMR 7295), 86000 Poitiers, France

²Centre Hospitalier Loire-Vendée-Océan, 85300 Challans, France

³Mobilités : Attention, Orientation & Chronobiologie (COMETE, UMR 1075 INSERM & UCBN),
14032 Caen Cedex, France

thomas.rulleau@univ-poitiers.fr

Introduction

L'imagerie motrice est une méthode utilisée en rééducation qui repose sur la simulation mentale du mouvement visant à stimuler des structures cérébrales identiques à celles activées lors d'un mouvement physique (Jeannerod, 2001). L'isochronie, qui caractérise la congruence temporelle entre mouvement exécuté et mouvement imaginé, permet d'évaluer les capacités d'imagerie motrice des individus. De bonnes capacités sont nécessaires pour optimiser une rééducation basée sur la simulation mentale des actions (Guillot, Hoyek, Louis, & Collet, 2012). Chez les sujets jeunes sains, les capacités d'imagerie motrice évoluent au cours de la journée, la congruence temporelle entre les mouvements exécutés et imaginés étant plus forte l'après-midi (tâches d'écriture et de marche; Gueugneau, Mauvieux, & Papaxanthis, 2009). L'avancée en âge est connue pour diminuer les capacités d'imagerie motrice (Saimpont, Malouin, Tousignant, & Jackson, 2013), mais aussi pour affecter les capacités cognitives en général, dont les performances apparaissent alors comme étant meilleures le matin (Schmidt, Collette, Cajochen, & Peigneux, 2007). Or, à ce jour, aucune étude n'a examiné l'évolution au cours de la journée des capacités d'imagerie motrice des seniors, cette connaissance étant pourtant nécessaire à l'optimisation des programmes de rééducation basés sur la simulation mentale. L'objectif de cette étude est d'évaluer la rythmicité circadienne de la congruence temporelle entre mouvements exécutés et mouvements imaginés chez des patients âgés hospitalisés.

Méthode

Trente-quatre patients âgés de 65 à 90 ans hospitalisés pour diverses raisons gériatriques ou neurogériatriques (chute, accident ischémique transitoire, infection respiratoire etc...) ont participé à notre expérience. Ils étaient capables de s'asseoir sans aide, de manipuler des objets et marcher 10 mètres en moins de 30 secondes sans aide technique ou avec une canne. Les participants réalisaient une tâche d'écriture (écrire "simulation mentale", 4 répétitions) et de marche (marcher 10 mètres, 3 répétitions) physiquement puis mentalement. Pour chacune des tâches, les durées des mouvements exécutés puis imaginés ont été enregistrées sept fois au cours d'une même journée (de 09h15 à 16:45, toutes les 1h15), à des moments compatibles avec les heures d'activités de réadaptation. La qualité de l'imagerie motrice a été évaluée en calculant l'indice d'isochronie (i.e., la différence absolue entre la durée moyenne des actions exécutées et imaginées) pour chaque répétition. La durée des actions exécutées et imaginées ainsi que l'indice d'isochronie ont été analysés par la méthode de Cosinor pour établir leur rythme circadien.

Résultats

La valeur de l'indice d'isochronie est relativement élevée (≈ 4 sec) comparée aux valeurs rapportées dans la littérature chez les sujets jeunes sains (≤ 1 sec, Gueugneau et al., 2009). La durée des mouvements imaginés des patients âgés hospitalisés varie au cours de la journée (Figure 1, graphiques du haut) alors que la performance des mouvements exécutés reste stable. Comme le montrent les changements de l'indice d'isochronie (Figure 1, graphiques du bas), la qualité de l'imagerie motrice est meilleure en fin de matinée, vers 10h et 12h pour l'écriture et la marche, respectivement.

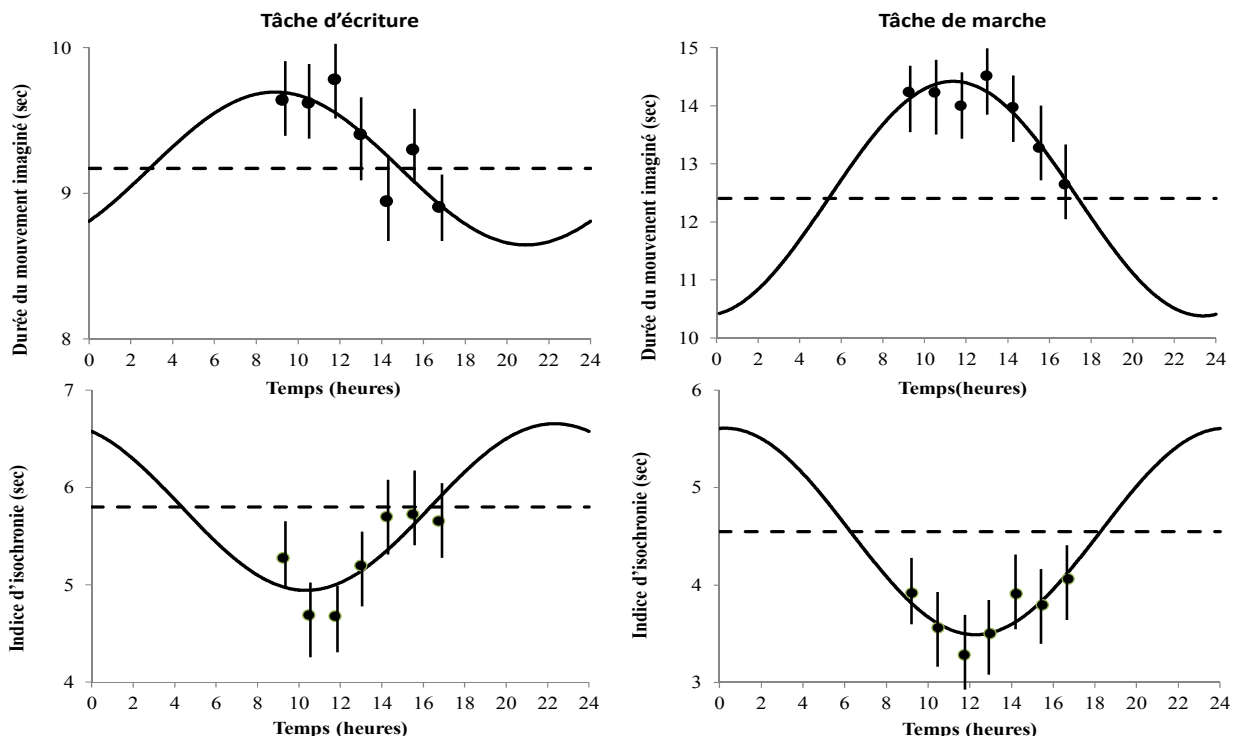


Figure 1. Variation de la durée du mouvement imaginé et de l'indice d'isochronie au cours d'une journée pour la tâche d'écriture et de la tâche de marche

Discussion

Les aspects cognitifs et sensori-moteurs des comportements moteurs diffèrent chez les patients âgés hospitalisés par rapport aux résultats rapportés par Gueugneau et al. (2009) chez les sujets jeunes sains. L'efficacité des processus d'imagerie motrice atteint son maximum en fin de matinée chez nos patients. D'un point de vue pratique, la présente étude fournit deux types d'informations. Tout d'abord, elle suggère l'intérêt d'une prise en charge des patients âgés en fin de matinée lorsque la rééducation implique des séances d'imagerie motrice. Ensuite, elle indique la nécessité d'évaluer les capacités individuelles d'imagerie au moment opportun, pour ne pas écarter la possibilité d'une pratique en imagerie motrice chez des patients considérés à tort comme étant de mauvais imageurs. *Ce travail a fait l'objet d'une publication récente: Rulleau, T., Mauvieux, B., & Toussaint, L. (in press). The influence of circadian rhythms on the temporal features of motor imagery for elderly inpatients. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. doi:10.1016/j.apmr.2015.02.015.*

Références

- Gueugneau, N., Mauvieux, B., & Papaxanthis, C. (2009). Circadian modulation of mentally simulated motor actions: implications for the potential use of motor imagery in rehabilitation. *Neurorehabil Neural Repair*, 23(3), 237–245.
- Guillot, A., Hoyek, N., Louis, M., & Collet, C. (2012). Understanding the timing of motor imagery: recent findings and future directions. *International Review of Sport and Exercise Psychology*, 5(1), 3–22.
- Jeannerod, M. (2001). Neural Simulation of Action: A Unifying Mechanism for Motor Cognition. *NeuroImage*, 14(1), S103–S109.
- Saimpont, A., Malouin, F., Tousignant, B., & Jackson, P. L. (2013). Motor imagery and aging. *Journal of motor behavior*, 45(1), 21–28.
- Schmidt, C., Collette, F., Cajochen, C., & Peigneux, P. (2007). A time to think: circadian rhythms in human cognition. *Cognitive Neuropsychology*, 24(7), 755–789.

Session Orale N°12

Adaptations cardiorespiratoires

Bioénergétique

(Modérateur : Laurent Messonnier et Hervé Dubouchaud)

Adaptations cardio-respiratoires lors du test de step de 3 minutes à cadence fixe chez des patients BPCO

Benoit Borel^{1,2}, Courtney Wilkinson-Maitland³, Dennis Jensen³⁻⁴, Jean Bourbeau⁴, Alan Hamilton⁵, Hélène Perrault⁴⁻⁶, François Maltais²

¹ Université de Limoges, HAVAE, EA6310, F-87000 Limoges

² Centre de recherche de l'IUCPQ – Université Laval, Québec, Canada

³ Laboratoire de Physiologie Respiratoire et d'Exercice Clinique, Université McGill, Montréal, Canada

⁴ Institut Thoracique de Montréal, Centre Universitaire de Santé McGill, Montréal, Canada,

⁵ Boehringer Ingelheim Limited, Burlington, Canada

⁶ Faculté des Sciences de la Santé, Université d'Ottawa, Ottawa, Canada

benoit.borel@unilim.fr

Introduction

La dyspnée d'effort représente un symptôme majeur et angoissant fréquemment rapporté par les patients atteints de Broncho-Pneumopathie Chronique Obstructive (BPCO). La dyspnée est d'ailleurs considérée comme un paramètre prédicteur important de la mortalité et de la qualité de vie dans la BPCO, meilleur que le traditionnel volume expiré maximal en 1 seconde (VEMS). Ainsi, des recommandations cliniques suggèrent l'évaluation du changement de la dyspnée d'effort pour la prise de décision thérapeutique. A ce jour, seuls deux tests d'exercice, basés sur des activités de la vie quotidienne, ont été spécialement conçus et validés pour permettre une évaluation spécifique de la dyspnée d'effort : le test de marche de 3 minutes à cadence fixe (3-MWT) et le test de step de 3 minutes à cadence fixe (3-MST) (Perrault et al. 2009). En effet, contrairement à d'autres protocoles d'évaluation classiquement utilisés dans la BPCO (i.e, test de marche de 6 minutes (T6M) ou test navette d'endurance), ces deux tests reposent sur une durée d'exercice fixe (3 minutes) et une intensité/cadence d'exercice fixe. Cette méthodologie spécifique permet ainsi d'obtenir un travail physiologique identique, rendant plus aisé l'évaluation pré-post intervention de la dyspnée d'effort. Un travail récent de Sava et al. (2012) rapporte une sollicitation cardio-respiratoire importante au cours du 3-MWT (environ 80% de la consommation d'oxygène pic), toutefois inférieure à l'intensité atteinte au cours d'un T6M (proche du niveau maximal des patients). Le niveau de sollicitation atteint au cours du 3-MST reste toutefois à déterminer. Ces données pourraient ainsi permettre de développer l'utilisation du 3-MST dans un contexte clinique d'évaluation et de suivi du patient BPCO. L'objectif de ce travail était donc d'évaluer, chez des patients BPCO, les adaptations cardio-respiratoires induites par la réalisation de 3-MST à différentes cadences d'exercice.

Matériel & Méthodes

Pour cette étude, 40 patients présentant une BPCO modérée à sévère (caractérisée par un VEMS et un rapport de Tiffeneau post-bronchodilatation moyen de 53% de la valeur prédite et de 42% respectivement) ont réalisé, sur 3 visites, une épreuve d'effort incrémentale maximale sur cycloergomètre et huit 3-MST au total (cf. Figure 1).

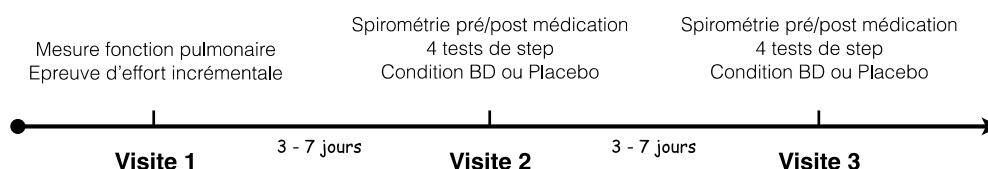


Figure 1. Protocole expérimental

Les différents 3-MST étaient réalisés à quatre cadences différentes (14, 16, 20 et 24 steps/min) sous deux conditions : Bronchodilatation (inhalation de Combivent® nébulisé) & Placebo (nébulisation d'un placebo salin à 0.9%). Les 4 cadences étaient, pour chacune des deux visites, proposées de manière aléatoire. Au cours de chacun de ces exercices, les paramètres cardiaques, métaboliques et

ventilatoires étaient enregistrés en continu à l'aide d'un système portatif télémétrique.

Résultats

Parmi les 40 patients inclus dans cette étude, 37, 36, 34 et 27 ont terminé les exercices à 14, 16, 20 et 24 steps/min dans les deux conditions respectivement. L'exercice incrémental a induit une consommation d'oxygène pic (VO_{2pic}) moyenne de $18.4 \pm 4.7 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$, associée à une fréquence cardiaque maximale de 121 ± 21 battements par minute et une ventilation pic de $48.9 \pm 14.1 \text{ L.min}^{-1}$. Les données cardio-respiratoires mesurées au cours des différents 3-MST sont résumées dans le tableau 1. La consommation d'oxygène moyenne était comprise entre 74% et 90% de VO_{2pic} et la ventilation entre 63% et 88% de la ventilation pic. Aucune influence significative de la bronchodilatation sur l'adaptation cardiorespiratoire n'a été mise en évidence.

Tableau 1. Données cardio-respiratoires lors des 3-MST. Avec BD: bronchodilatation. Les données correspondent aux valeurs moyennes obtenues lors de la dernière minute de chaque 3-MST.

	14-steps/min		16-steps/min		20-steps/min		24-steps/min	
	BD	Placebo	BD	Placebo	BD	Placebo	BD	Placebo
Ventilation-(L.min ^{as})	32.18(7.62)	30.75(6.69)	34.44(8.17)	32.53(7.47)	40.45(9.20)	36.74(8.50)	43.38(11.37)	42.13(10.50)
Tidal-volume-(L)	1.27(0.30)	1.18(0.27)	1.30(0.29)	1.18(0.26)	1.40(0.29)	1.28(0.27)	1.39(0.30)	1.30(0.28)
Breathing-frequency-(min ^{as})	25.98(6.13)	26.92(5.45)	27.16(5.64)	28.42(5.85)	29.53(6.39)	29.38(6.43)	31.76(6.96)	33.04(6.30)
Oxygen-uptake-(L.min ^{as})	0.997(0.215)	1.020(0.216)	1.053(0.247)	1.050(0.229)	1.164(0.238)	1.154(0.240)	1.200(0.280)	1.225(0.269)
Carbon-dioxide-production-(L.min ^{as})	0.783(0.168)	0.779(0.177)	0.851(0.200)	0.829(0.194)	0.995(0.198)	0.952(0.213)	1.087(0.253)	1.086(0.246)
Heart-rate-(beats.min ^{as})	99.05(16.71)	98.26(17.08)	102.47(17.13)	102.01(17.35)	107.94(19.43)	106.29(18.25)	109.12(19.00)	110.97(19.53)
Pulsed-saturation-in-oxygen-(%)	88(16)	87(16)	90(13)	90(10)	87(11)	89(8)	85(22)	90(8)

Discussion

Ces données mettent en évidence une sollicitation cardio-respiratoire importante lors de la réalisation d'un 3-MST, en lien avec la cadence réalisée. Pour les cadences les plus faibles, ce niveau de sollicitation est similaire au niveau de sollicitation reporté pour le 3-MWT (i.e. environ 80% de VO_{2pic}) (Sava et al. 2012) et tend à être similaire, pour les cadences les plus élevées, au niveau de sollicitation reporté pour le T6M (environ 90% de VO_{2pic}) (Pepin et al. 2007). Enfin, concernant l'absence d'effet de la bronchodilatation sur l'adaptation cardio-respiratoire lors du 3-MST, des résultats similaires ont précédemment été reportés dans la littérature pour le T6M ou le test navette d'endurance chez le patient BPCO (Pepin et al. 2007).

Conclusion

Les résultats de cette étude sont importants pour le développement et l'utilisation du 3-MST dans l'évaluation clinique du patient BPCO. En effet, le 3-MST induit des niveaux de sollicitation inférieurs ou identiques au T6M, ce dernier étant considéré comme sécuritaire et réalisé sans monitoring détaillé. Ainsi, le 3-MST pourrait être considéré comme sécuritaire et être réalisé dans les mêmes conditions qu'un T6M.

Références

- Pepin, V., Brodeur, J., Lacasse, Y., Milot, J., LeBlanc, P., Whittom, F., & Maltais, F. (2007). Six-minute walking versus shuttle walking: responsiveness to bronchodilation in chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax*, 62, 291-298.
- Perrault, H., Baril, J., Henophy, S., Rycroft, A., Bourbeau, J., & Maltais, F. (2009). Paced-walk and step tests to assess exertional dyspnea in COPD. *COPD: COPD*, 6, 330-339.
- Sava, F., Perrault, H., Brouillard, C., Darauay, C., Hamilton, A., Bourbeau, J., & Maltais, F. (2012). Detecting improvements in dyspnea in COPD using a three-minute constant rate shuttle walking protocol. *COPD: Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease*, 9, 395-400.

Élimination du lactate, énergie anaérobie et MCT4 chez des rameurs entraînés

Hugo Maciejewski¹⁻², Muriel Bourdin³, Léonard Féasson⁴, Hervé Dubouchaud⁵ & Laurent Messonnier²

¹ Fédération Française d'Aviron, Nogent-sur-Marne

² Laboratoire de Physiologie de l'Exercice (EA 4338), Université Savoie Mont Blanc

³ Laboratoire de Biomécanique et Mécanique des Chocs (UMR_T 9406), Université Claude Bernard Lyon 1

⁴ Unité de Myologie, CHU de Saint-Étienne

⁵ Laboratoire de Bioénergétique Fondamentale et Appliquée (UMR_S 1055), Université Joseph Fourier Grenoble

hugo.maciejewski@avironfrance.fr

Introduction

Parce qu'elle représente 15-20% de l'énergie dépensée, la voie métabolique anaérobie joue un rôle important dans la performance en aviron. La forte sollicitation de cette voie métabolique s'accompagne d'une accumulation excessive d'ions lactate et de protons. La diminution de pH qui en résulte est connue pour altérer le fonctionnement du muscle, en inhibant notamment certaines enzymes de la glycolyse, limitant ainsi la production d'énergie anaérobie. Une aptitude élevée à échanger et/ou à éliminer les ions lactate et les protons pourrait retarder l'apparition de la fatigue en maintenant un haut niveau de production d'énergie d'origine anaérobie estimée par le déficit d'oxygène cumulé (DAO).

La libération du lactate et son captage par des cellules musculaires voisines ou d'autres tissus sont principalement régulés par des protéines musculaires impliquées dans le cotransport des ions lactate et des protons : MCT1 et MCT4 (Dimmer et coll. 2000). Le contenu musculaire en MCT pourrait donc influencer l'aptitude à échanger et/ou à éliminer le lactate chez le rameur de compétition.

L'objectif de cette étude était double i) vérifier si la contribution de la voie métabolique anaérobie estimée par le déficit d'oxygène accumulé (DOA) était associée à l'aptitude à échanger et/ou à éliminer le lactate chez des rameurs entraînés et ii) étudier l'influence du contenu musculaire en MCT1 et MCT4 sur l'aptitude à échanger et/ou à éliminer le lactate chez ces mêmes rameurs.

Matériels et méthodes

Dix-huit rameurs entraînés ($21,8 \pm 2,7$ ans, 180 ± 5 cm, $72,1 \pm 3,1$ kg) ont participé à cette étude. L'expérimentation comprenait trois sessions séparées par au moins 72 h. Les deux sessions d'exercices étaient réalisées sur un ergomètre aviron. Les rameurs ont commencé par un test incrémental mené jusqu'à épuisement qui a permis de déterminer, entre autres, la consommation maximale d'oxygène (VO_{2max}) et la puissance correspondante (i.e., la puissance maximale aérobie, PMA en W). Ils ont ensuite entrepris un exercice exhaustif de 3 min au cours duquel était mesuré la puissance moyenne (P_{DOA} en W) et le déficit d'oxygène accumulé (DOA en L Eq. O_2). Plusieurs prélèvements sanguins étaient effectués à l'issue de cet exercice pour apprécier les aptitudes à échanger (γ_1 en min^{-1}) et à éliminer le lactate (γ_2 en min^{-1}) grâce à un modèle mathématique bi-compartimental (Freund et coll. 1981). L'expérimentation s'est achevée par une biopsie musculaire du vaste externe afin d'analyser, entre autres, le contenu musculaire en MCT1 et MCT4.

Résultats

VO_{2max} et PMA étaient respectivement de $4,8 \pm 0,4$ L· min^{-1} ($66,5 \pm 3,9$ mL· kg^{-1} · min^{-1}) et 347 ± 37 W. P_{DOA} était de 424 ± 26 W ($123 \pm 8\%$ de PMA). DOA était de $4,3 \pm 0,9$ L Eq. O_2 ($58,9 \pm 13,9$ mL· kg^{-1} Eq. O_2). DOA était corrélé à uniquement γ_2 (Fig. 1A). γ_2 était corrélé à MCT4 (Fig. 1B). La régression multiple a montré que γ_2 était corrélé à MCT4 + MCT1 ($r = 0,63$, $P < 0,05$).

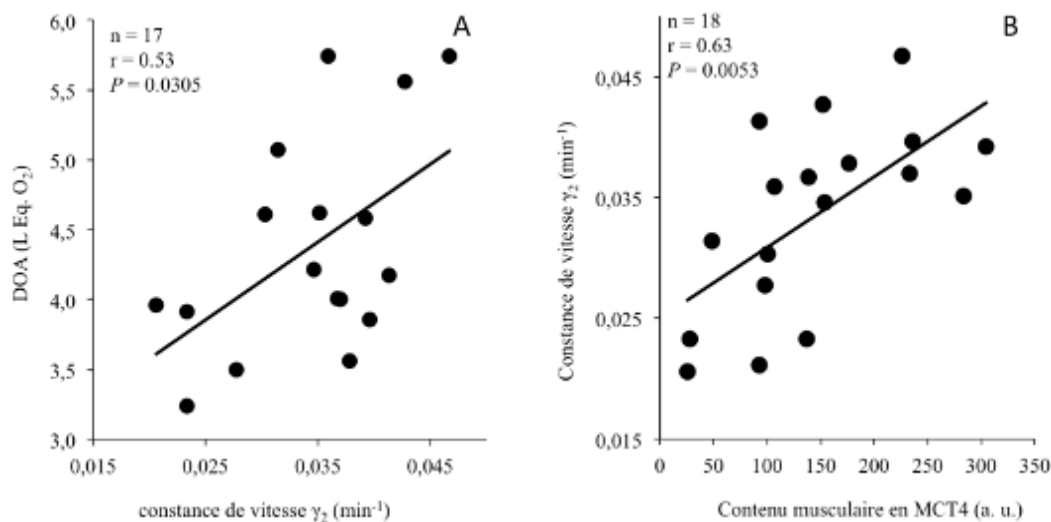


Figure 1. Relations entre A) la constance de vitesse γ_2 et le déficit d'oxygène accumulé (DOA) et B) le contenu musculaire en MCT4 la constance de vitesse γ_2

Discussion

L'importante masse musculaire impliquée en aviron diminue l'espace de diffusion offert aux ions lactate et aux protons. Leur évacuation hors de la cellule s'en trouve par conséquent limitée, ce qui pourrait perturber l'homéostasie cellulaire et faciliter l'apparition de la fatigue. Les rameurs n'ont donc comme unique recours que de les recycler aussi vite que possible pour limiter/retarder leurs accumulations et *in fine* conserver une production élevée d'énergie anaérobie. Cette hypothèse est étayée par notre relation positive entre DOA et la constance de vitesse γ_2 (Figure 1A) suggérant que la capacité d'élimination du lactate pourrait contribuer à la fourniture d'énergie anaérobie pendant un exercice supramaximal d'aviron. La corrélation entre γ_2 et MCT4 suggère pour la première fois une possible implication de cette isoforme dans les processus d'élimination du lactate. Si MCT4 est connu pour être impliquée dans les processus d'extrusion, il est également en mesure de fonctionner dans les deux sens avec une affinité beaucoup plus élevée pour le lactate que pour le pyruvate (Dimmer et coll. 2000). Pendant un exercice supramaximal d'aviron, lorsque les concentrations sanguines en lactate sont élevées, il est donc concevable qu'une quantité importante de MCT4 puisse aussi faciliter l'entrée du lactate dans les myocytes pour y être oxydé. La régression multiple entre γ_2 et MCT4 + MCT1 supporte cette hypothèse. Mais cette corrélation entre γ_2 et MCT4 pourrait trouver une autre explication : en favorisant l'extrusion du couple lactate/protons en dehors des muscles actifs via MCT4, le pH intramusculaire serait préservé, ce qui pourrait retarder les effets délétères de l'acidose sur la phosphorylation oxydative mitochondriale (Jubrias et coll. 2003) et ainsi maintenir un niveau élevé d'oxydation dans les muscles actifs, dont celui des ions lactate.

Conclusion

Cette étude a montré que i) la quantité d'énergie anaérobie libérée au cours d'un exercice exhaustif d'aviron était positivement corrélée à l'aptitude de l'organisme à éliminer le lactate et ii) le contenu musculaire en MCT4 serait impliqué dans les processus d'élimination du lactate.

Références

- Dimmer, K.S., Friedrich, B, Lang, F., Deitmer J.W. & Bröer, S. (2000). The low-affinity monocarboxylate transporter MCT4 is adapted to the export of lactate in highly glycolytic cells. *Biochemical Journal* 350(1), 219-27.
- Freund, H. & Zouloumian, P. (1981). Lactate after exercise in man : I. Evolution kinetics in arterial blood. *European Journal of Applied Physiology* 46, 121-133.
- Jubrias, S.A., Crowther, G., Shankland, E., Gronka, R. & Conley, K. (2003). Acidosis inhibits oxidative phosphorylation in contracting human skeletal muscle in vivo. *Journal of Physiology* 553(2), 589-99.

Le point d'inflexion de l'oxyhémoglobine musculaire est corrélé à la performance

Jérémy Coquart¹, Patrick Mucci², Maxime L'hermette¹, Karim Chamari³ & Murielle Garcin²

¹ CETAPS (EA 3832), UFR STAPS, Université de Rouen

² UDSL, (EA 4488), UFR STAPS, Université de Lille 2

³ ASPETAR, Athlete Health and Performance Research Centre

jeremy.coquart@voila.fr

Introduction

D'un point de vue physiologique, il est établi que les performances de longue durée dépendent du débit maximal d'oxygène ($\dot{V}O_2\text{max}$), du coût énergétique et de l'endurance aérobie (Di Prampero, Atchou, Bruckner, & Moia, 1986). Cette dernière peut se définir comme l'aptitude d'un individu à utiliser un pourcentage élevé de son $\dot{V}O_2\text{max}$ pendant une longue période de temps (Bosquet, Léger, & Legros, 2002). Pour évaluer l'endurance aérobie, plusieurs méthodes indirectes ont été proposées, dont l'une des plus connues est le seuil d'adaptation ventilatoire (S_V) de Beaver et al. (1986). Cependant, les analyseurs de gaz, nécessaires pour déterminer le S_V , peuvent perturber le mouvement. Pour être dans des conditions plus écologiques, des auteurs ont montré qu'il était possible d'utiliser la spectrométrie du proche infrarouge pour déterminer l'endurance aérobie (*i.e.*, le seuil d'oxygénation musculaire : S_{OM}). Enfin, comme la détermination du S_V et du S_{OM} nécessite des technologies relativement onéreuses, certains auteurs ont proposé d'utiliser la perception de l'effort pour évaluer l'endurance aérobie. Selon ces auteurs (Demello, Cureton, Boineau, & Singh, 1987), l'endurance aérobie correspond approximativement à un score de 13 sur l'échelle de Borg (S_{RPE13}).

Cependant, d'après nos connaissances, aucune étude n'a comparé ces trois méthodes, ni tenté de déterminer leurs liens avec l'endurance aérobie.

Objectif

L'objectif de ce travail était donc : 1) de comparer S_V , S_{OM} et S_{RPE13} mesurés durant une épreuve d'effort incrémenté, et 2) d'étudier les corrélations potentielles entre ces différents seuils et le temps d'épuisement à 90% de la puissance maximale aérobie (T_{lim90}).

Méthode

Quatorze cyclistes (âge : $20,6 \pm 2,9$ ans, masse corporelle : $69,0 \pm 5,8$ Kg, taille : 177 ± 5 cm) compétiteurs ($11,6 \pm 3,6$ h.sem⁻¹) de sexe masculin et expérimentés ($7,9 \pm 3,4$ années de cyclisme) ont participé à l'étude.

Ces cyclistes réalisaient une épreuve d'effort incrémenté jusqu'à épuisement volontaire. Durant cet exercice, S_V était déterminé par la première rupture de pente dans la relation entre les débits d'oxygène et de dioxyde de carbone (Beaver et al., 1986). S_{OM} était identifié par le point d'inflexion dans la relation entre la concentration d'oxyhémoglobine musculaire et le temps (Miura et al., 1998). Enfin, S_{RPE13} correspondait à l'intensité à une valeur de 13 sur l'échelle de Borg (Demello et al., 1987).

Une à deux semaine(s) après l'épreuve d'effort incrémenté, les cyclistes réalisaient un exercice exhaustif à charge constante à 90% de leur puissance maximale aérobie (PMA).

Une analyse de la variance à mesures répétées était conduite pour comparer les différents seuils entre eux. L'amplitude des différences était évaluée par le score g de Hedge. De plus, les corrélations inter-seuils étaient aussi étudiées. Pour établir le possible lien entre les seuils et l'aptitude à maintenir une intensité élevée d'exercice, les corrélations entre chaque seuil et le temps d'épuisement à 90% PMA (T_{lim90}) étaient calculées.

Résultats

Aucune différence significative était notée entre les 3 seuils (2517 ± 332 vs 2488 ± 309 vs 2579 ± 435 mL.min⁻¹ et $52,1 \pm 6,6$ vs $51,5 \pm 6,4$ vs $53,7 \pm 10,6\%$ $\dot{V}O_2$ max pour S_V , S_{OM} et S_{RPE13} , respectivement ; $P > 0,05$). Cependant, seulement S_V et S_{OM} étaient significativement corrélés entre eux (Tableau 1).

Tableau 1. Corrélations entre les différents seuils.

	Corrélation		Taille de l'effet	
	Valeur de P et coefficient de corrélation	Interprétation	score g	Interprétation
Débit d'oxygène (mL.min⁻¹)				
S_V vs S_{OM}	$P < 0,001$ ($r = 0,87$)	Elevée	0,08	Insignifiant
S_V vs S_{RPE13}	$P = 0,082$		0,15	Insignifiant
S_{OM} vs S_{RPE13}	$P = 0,274$		0,23	Petit
Débit d'oxygène (% débit maximal d'oxygène)				
S_V vs S_{OM}	$P = 0,001$ ($r = 0,79$)	Elevée	0,10	Insignifiant
S_V vs S_{RPE13}	$P = 0,223$		0,17	Insignifiant
S_{OM} vs S_{RPE13}	$P = 0,598$		0,24	Petit

Enfin, seulement des corrélations significatives étaient trouvées entre le T_{lim90} et S_V ($r = 0,81$; $P < 0,001$) et S_{OM} ($r = 0,72$; $P = 0,004$).

Conclusion

Cette étude montre que le S_V , identifiée par la rupture de pente entre les débits d'oxygène et de dioxyde de carbone, est concomitant avec la cassure dans la courbe entre la concentration de d'oxyhémoglobine musculaire et le temps (S_{OM}) lors d'une épreuve d'effort incrémenté. De plus, bien que ces deux seuils (*i.e.*, S_V et S_{OM}) prédisent le T_{lim90} en cyclisme, S_V semble être un indicateur légèrement meilleur que S_{OM} dans sa capacité à prédire une durée d'exercice sous-maximale en cyclisme.

En revanche, un unique score de perception de l'effort de 13 (S_{RPE13}) ne permet pas de déterminer précisément l'endurance aérobie. A la place, il semble préférable d'utiliser une fourchette de perception de l'effort. En effet, bien que moins précis, certains auteurs comme Noble et Robertson (1996) recommandent d'utiliser une fourchette de perception de l'effort comprise entre RPE_{12} et RPE_{14} lorsque l'on désire prescrire une intensité d'exercice autour du S_V .

Références

- Beaver, W. L., Wasserman, K., & Whipp, B. J. (1986). A new method for detecting anaerobic threshold by gas exchange. *J Appl Physiol*, 60(6), 2020-2027.
- Bosquet, L., Léger, L., & Legros, P. (2002). Methods to determine aerobic endurance. *Sports Med*, 32(11), 675-700.
- Demello, J. J., Cureton, K. J., Boineau, R. E., & Singh, M. M. (1987). Ratings of perceived exertion at the lactate threshold in trained and untrained men and women. *Med Sci Sports Exerc*, 19(4), 354-362.
- Di Prampero, P. E., Atchou, G., Bruckner, J. C., & Moia, C. (1986). The energetics of endurance running. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 55(3), 259-266.
- Miura, T., Takeuchi, T., Sato, H., Nishioka, N., Terakado, S., Fujieda, Y., & Ibukiyama, C. (1998). Skeletal muscle deoxygenation during exercise assessed by near-infrared spectroscopy and its relation to expired gas analysis parameters. *Jpn Circ J*, 62(9), 649-657.
- Noble, B. J., & Robertson, R. J. (1996). *Perceived exertion*. Champaign, IL: Human Kinetics.

Réponses physiologiques à l'exercice en altitude: intérêt de la mesure de la SpO₂

Anne-Fleur Gaston¹, Emma Roca^{1,2}, Grégory Doucende¹, Ilona Hapkova¹, Enric Subirats^{1,2} & Fabienne Durand¹

¹ Laboratoire Européen « Performance, Santé, Altitude » (EA4604), Département STAPS, Université de Perpignan Via Domitia.

² Faculté de Médecine, Université de Gérone.

anne-fleur.gaston@univ-perp.fr

Introduction

Depuis quelques années, la pratique des activités sportives de pleine nature s'est considérablement développée. La très large majorité des pratiquants de ces disciplines sont des résidents en plaine entraînés en endurance mais non acclimatés à l'altitude. Dans ce contexte, le but de cette étude était d'analyser les effets de l'altitude modérée aiguë sur les performances et les adaptations cardio-respiratoires des athlètes entraînés en endurance. L'objectif final étant de pouvoir établir des recommandations pratiques pour ces athlètes désirant performer et/ou s'entraîner en altitude modérée.

Matériel & Méthodes

Quinze athlètes entraînés en endurance ont réalisé une épreuve d'effort à charge croissante en plaine et à 2150 m (ALT). Les tests étaient effectués sur un cyclo-ergomètre (Kettler) à une semaine d'intervalle. Le test commençait par 6 minutes d'échauffement à 60 Watts (W) puis la puissance (P) était augmentée de 30 W toutes les minutes jusqu'à épuisement. La saturation de l'hémoglobine en O₂ (SpO₂; oxymètre, Nonin), les échanges gazeux (K4b², Cosmed) ainsi que la fréquence cardiaque (FC; Electro, Polar) ont été mesurés en continue tout au long des tests. Des analyses de variance (ANOVA) à 2 voies mesures répétées ont été utilisées pour l'analyse statistique.

Résultats & Discussion

En ALT, les seuils ventilatoires (SV) sont apparus pour des FC inférieures : -13 ± 3,4 bpm pour le SV1 et -7 ± 1,5 bpm pour le SV2 (Tableau 1). Les P développées étaient également diminuées de 40 W en moyenne pour le SV1 et le SV2.

Tableau 1. Paramètres physiologiques et de performance lors des tests en plaine et en altitude

		Plaine	Altitude
P_{max}	(W)	402 ± 13,7	356 ± 15,7 *
SV1	(ml.min ⁻¹ .kg ⁻¹)	41 ± 0,9	33 ± 0,9 **
	(FC, bpm)	138 ± 3,3	125 ± 2,5 *
SV2	(Puissance, W)	216 ± 8,9	176 ± 11,3 **
	(ml.min ⁻¹ .kg ⁻¹)	55 ± 1,0	45 ± 1,3 **
	(FC, bpm)	161 ± 1,9	154 ± 2,0 **
	(Puissance, W)	330 ± 10,6	292 ± 15,1 *

* Différence significative avec la plaine, p < 0,01 ; ** Différence significative avec la plaine, p < 0,001

Sept athlètes ont présenté une diminution significative de SpO₂ en fin d'exercice en plaine (tableau 2). Ce phénomène est appelé « hypoxémie induite par l'exercice » (HIE) et est défini par une chute d'au moins 4% de SpO₂ pendant les 3 dernières minutes d'un test d'effort (Prefaut et al. 2000).

Tableau 2. SpO₂ (%) lors des tests en plaine et en altitude chez les athlètes HIE et non-HIE

	HIE (n = 7)			Non-HIE (n = 8)		
	début d'ex	fin d'ex	delta	début d'ex	fin d'ex	delta
Plaine	99 ± 0,3	91 ± 1,2 £ #	8 ± 1,2 #	99 ± 0,2	97 ± 0,5	2 ± 0,4
Altitude	95 ± 0,4 *	82 ± 1,6 £ *	13 ± 1,4 *	96 ± 0,5 *	83 ± 1,0 £ *	13 ± 0,8 *

* Différence significative avec la plaine, p < 0,001 ; £ Différence significative avec le début de l'exercice, p < 0,001 ; # Différence significative avec les athlètes non-HIE p < 0,01

La diminution de la consommation maximale d'oxygène (VO_{2max}) en ALT était plus importante pour les athlètes HIE que pour les athlètes non-HIE (Figure 1). A partir d'une analyse de 11 études, Wehrin and Hallén (2006) ont estimé une perte de VO_{2max} de 7,7% chaque 1000 m d'ALT chez l'athlète entraîné en endurance. Dans cette étude, la perte de VO_{2max} est de 7,4% chaque 1000 m chez les athlètes non-HIE et de 10% chez les athlètes HIE. La capacité à maintenir une SpO_2 élevée lors d'un exercice en plaine semble donc être un facteur déterminant de la chute de VO_{2max} en ALT.

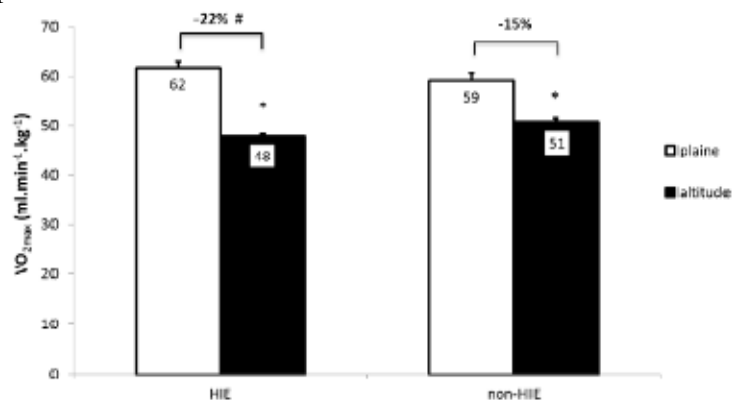


Figure 1. Evolution de la consommation maximale d'O₂ (VO_{2max}) en altitude. * Différence significative avec la plaine, $p < 0,01$; # Différence significative avec les athlètes non-HIE $p < 0,05$

Classiquement, la chute de VO_{2max} en ALT s'explique majoritairement par les conséquences de la baisse de la pression inspirée en O₂ aboutissant in fine à une diminution de la SpO_2 (Wagner 1996). Toutefois la chute de SpO_2 en ALT étant identique chez les athlètes HIE comparé aux athlètes non-HIE (tableau 2), il semblerait qu'un autre facteur intervienne pour expliquer la plus grande diminution de VO_{2max} en ALT chez les athlètes HIE. En effet les athlètes HIE présentaient une diminution de FC_{max} significative en ALT ($-8 \pm 3,3$ bpm, $p < 0,05$) contrairement aux athlètes non HIE. De plus, la diminution de VO_{2max} en ALT était corrélée avec la diminution de FC_{max} ($r = 0,59$; $p < 0,05$). Même si le volume d'éjection systolique change peu en hypoxie aiguë à l'exercice (Mollard et al. 2007), la seule détermination de la FC ne peut suffire à statuer sur les apports en O₂, conditionnés par le débit cardiaque non mesuré dans notre étude. Quoiqu'il en soit, nos résultats indiquent deux adaptations différentes à l'exercice maximal en ALT modérée aiguë, selon que l'athlète est HIE ou non-HIE : la diminution de VO_{2max} des athlètes non-HIE semblerait en partie expliquée par la chute de SpO_2 en ALT tandis que chez les athlètes HIE la SpO_2 et la FC_{max} seraient impliquées à minima.

Conclusion

Afin de placer l'athlète dans les meilleures conditions de réussite face à un objectif en ALT, il convient de connaître différents paramètres qui vont déterminer des niveaux d'adaptation à l'exercice en ALT. En effet, si tous les athlètes constatent à SV1 et à SV2 une FC et une P inférieures en ALT modérée, les résultats sur VO_{2max} et FC_{max} diffèrent selon que l'athlète est HIE ou pas. Dans ce sens, nous recommandons l'évaluation systématique de la HIE lors des tests d'effort réalisés en plaine chez des athlètes entraînés en endurance devant évoluer en ALT modérée sans acclimatation.

Références

- Mollard, P., Woorons, X., Letournel, M., Lamberto, C., Favret, F., Pichon, A., et al. (2007). Determinants of maximal oxygen uptake in moderate acute hypoxia in endurance athletes. *European Journal of Applied Physiology*, 100(6), 663–673.
- Prefaut, C., Durand, F., Mucci, P., & Caillaud, C. (2000). Exercise-induced arterial hypoxaemia in athletes: a review. *Sports medicine*, 30(1), 47–61.
- Wagner, P. D. (1996). A theoretical analysis of factors determining $\dot{V}O_{2max}$ at sea level and altitude. *Respiration Physiology*, 106(3), 329–343.
- Wehrin, J. P., & Hallén, J. (2006). Linear decrease in VO_{2max} and performance with increasing altitude in endurance athletes. *European Journal of Applied Physiology*, 96(4), 404–412.

Effet du moment de la journée sur la VO₂pic chez la souris

Rémi Thomasson^{1,2,3}, Brice Fouque^{1,2,3}, Haidar Djemai^{1,2,3}, Jean-François Toussaint^{1,2,3,4}, François Desgorces^{1,2,3}, Philippe Noirez^{1,2,3}

¹ IRMES - Institute de Recherche bioMédicale et d'Epidemiologie du Sport, Paris, France

² GR-Ex, Université Paris Descartes, Sorbonne Paris Cité, Paris, France

³ EA 7329, Université Paris Descartes, Sorbonne Paris Cité, Paris, France

⁴ CIMS, Hôtel-Dieu, APHP, Paris, France

remi.thom@gmail.com

Introduction

La notion de consommation d'oxygène (VO₂) lors d'un exercice de course est un sujet d'intérêt et débattu depuis que cela a été appliqué à l'Homme dans les années 1990. Depuis les premières expériences, il a été observé que la consommation d'oxygène (VO₂) augmente linéairement en fonction de l'intensité de travail jusqu'à un point de stabilité de la VO₂ connu comme le "phénomène de plateau". Plateau de VO₂ qui représenterait la capacité maximale réelle de transport d'oxygène du système cardiovasculaire. La VO₂pic, est une la valeur obtenue à l'atteinte du plateau de VO₂, et qui est considérée aujourd'hui comme un paramètre de la performance sportive.

Plusieurs études sont menées sur les effets que pourraient avoir le moment de la journée sur la performance sportive chez l'Homme, et des variations ont été observées. Des sports impliquant des compétences techniques semblent avoir une acrophase dans l'après-midi. Tandis que ceux impliquant une performance anaérobie semblent atteindre un pic en début de soirée. Il a été montré que le temps d'épuisement sur ergocycle (performance aérobie) est plus important le soir que le matin. Ces résultats ont également été rapportés pour le temps de travail total et le temps jusqu'à épuisement sur tapis roulant. (Thun, Bjorvatn, Flo, Harris, & Pallesen, 2014). Enfin, il a été montré que la VO₂pic varie significativement lors d'un exercice réalisé le matin à 8h et un exercice réalisé l'après-midi à 16h. (Hill, 1996)

Aujourd'hui, les souris sont régulièrement utilisées dans la recherche en amont de tests réalisés chez l'Homme, notamment dans les études nécessitant l'évaluation de paramètres de la performance. Malgré le fait qu'il soit admis que la performance sportive varie en fonction du moment de la journée chez l'Homme, cela n'a pas encore été démontré chez la souris.

Le but de notre travail est donc d'évaluer l'influence du moment de la journée sur la VO₂pic, à l'ouverture de l'animalerie, au milieu de la journée, et avant la fermeture de l'animalerie.

Matériels et méthodes

Seize souris swiss sauvages mâles âgées de 8 semaines réparties dans des cages où les cycles de lumière sont de 12 heures d'obscurité, de 19h à 7h, et de 12 heures de lumière, de 7h à 19h. Ces animaux reçoivent un régime standard *ad libitum*. Le poids et la composition corporelle des souris ont été obtenus par RMN (minispec LF90, Bruker, Allemagne). Afin de mesurer la variation de la VO₂pic des souris en fonction du moment de la journée où a été réalisé l'effort, toutes les souris passent un test incrémenté sur tapis roulant à 10h-11h, 15h-16h, et 20h-21h. L'étude a été menée sur 5 semaines, 3 semaines d'évaluation entrecoupées à chaque fois d'une semaine de repos afin d'éviter de mesurer un effet « entraînement ». Lors des semaines d'évaluation, chaque souris a été mesurée à deux reprises avec 2 jours de repos entre chaque passage. Les souris ont subi une période d'acclimatation permettant de limiter l'effet du stress induit par le protocole d'exercice sur tapis roulant (Chung & Diffée, 2012).

Le test de VO₂pic est réalisé sur des tapis roulants équipés d'analyseurs de gaz (TSE System, Allemagne). Les souris ont effectué un échauffement de 3 minutes à 0,05m.s⁻¹ avec une pente de 0

degré. Puis la vitesse est incrémentée de $0,01\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ toutes les 15 secondes jusqu'à atteindre une vitesse maximale de $1,07\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$.

L'analyse des données a été réalisée à l'aide du logiciel R (version 3.1.0, Vienne, Autriche).

Résultats

Le coefficient de variation (cv) des VO_2pic , rapportées à la masse maigre des souris, de chaque horaire, a été calculé avec à 10h (cv=0,089), 15h (cv=0,079) et 20h (cv=0,090). Les VO_2pic relatives à la masse maigre des souris aux différentes horaires n'étaient pas différentes (p=0,9).

Les différences systématiques entre deux horaires (d) ont été obtenues entre 10h/15h (d= 0,08), 10h/20h (d= 0,04), 15h/20h (d= -0,05) avec le graphique de Blant & Altman. De plus les limites d'agrèments ont été également obtenues pour les mêmes horaires avec 10h/15h ([-1,13 ; 1,30]), 10h/20h ([-1,62 ; 1,70]), 15h/20h ([-1,47 ; 1,37]).

Discussion

Nos données de VO_2pic ne relèvent aucune variation significative en fonction du moment de la journée. En effet, nos coefficients de variation étaient inférieurs à 10% et cela est confirmé par le graphique de Blant & Altman, qui relève des valeurs sensiblement identiques avec des différences d proche de zéro entre chaque horaire. De plus, les limites d'agrèments nous indiquent qu'il y a une meilleure reproductibilité entre 10h/15h, par rapport à 15h/20h, et 10h/20h. Cette absence de variation peut s'expliquer par le fait que la souris est un animal nocturne. Il est possible que des tests réalisés durant la nuit puissent mettre en évidence des variations mais que celles-ci disparaissent durant la journée.

Conclusion

Nous avons observé que, chez la souris swiss, les VO_2pic relatives à la masse maigre n'étaient pas significativement différentes en fonction du moment de la journée, que ce soit à 10h, 15h ou 20h. Le moment de la journée n'influencerait donc pas la consommation maximale d'oxygène (VO_2pic) chez les souris aux heures habituelles des protocoles menés en laboratoire. Il serait cependant pertinent de compléter ce travail avec l'application de ce même protocole sur d'autres souches de souris afin de valider ces observations sur d'autres modèles communément utilisés dans les laboratoires.

Référence

- Chung, E., & Diffée, G. M. (2012). Moderate intensity, but not high intensity, treadmill exercise training alters power output properties in myocardium from aged rats. *The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*, 67(11), 1178-1187. <http://doi.org/10.1093/gerona/gls146>
- Hill, D. W. (1996). Effect of time of day on aerobic power in exhaustive high-intensity exercise. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 36(3), 155-160.
- Thun, E., Bjorvatn, B., Flo, E., Harris, A., & Pallesen, S. (2014). Sleep, circadian rhythms, and athletic performance. *Sleep Medicine Reviews*, 23C, 1-9. <http://doi.org/10.1016/j.smr.2014.11.003>

Session Orale N°13

Activité physique, santé, prévention

(Modérateur : Geneviève Cabagno)

Contribution de l'automatisme à la condition physique des adolescents au-delà de l'activité physique auto-rapportée

Julie Boiché¹

¹ Laboratoire Epsilon (EA 4556), UFR STAPS, Université de Montpellier
julie.boiche@umontpellier.fr

Introduction

A l'heure actuelle, les maladies non transmissibles - cancer, maladies respiratoires, diabète de type 2 - représentent les causes de mortalité parmi les plus importantes au niveau mondial. Ces pathologies ont pour point commun de résulter de mauvaises habitudes de vie, incluant une Activité Physique (AP) insuffisante. L'AP est corrélée négativement à leur prévalence, notamment en raison de son impact sur la condition physique, et plus particulièrement la capacité cardiorespiratoire (Janssens et al., 2014). Si la plupart des interventions visant à motiver les populations à adopter un mode de vie plus actif se sont attachées à promouvoir des processus conscients, rationnels, tels que les connaissances ou les intentions des individus, il a récemment été soulevé que la question de l'adoption de comportements de santé réguliers tels que l'AP découlait également de processus psychologiques plus automatiques (Marteau, Hollands, & Fletcher, 2012). Ainsi, un nombre croissant d'études se sont intéressées au cours des dernières années à la contribution du caractère automatique ou habituel de l'AP sur son adoption. Une méta-analyse conclut à l'existence d'une relation significative entre score d'habitude et comportement, ainsi qu'à un probable effet modérateur de cette variable dans le lien entre intention et comportement (Gardner, de Bruijn, & Lally, 2011). De plus, il semble que cette variable soit reliée de façon significative à l'AP mesurée objectivement par accéléromètre (Thurn et al., 2014). Pourtant les connaissances actuelles sur les liens entre automatisme, comportement d'AP et condition physique restent lacunaires. Aussi ***l'objectif*** de cette étude était-il de mesurer simultanément ces variables dans un large échantillon d'adolescents. Plus précisément, il s'agissait d'examiner dans quelle mesure un niveau élevé d'automatisme de l'AP était susceptible d'être associé à une meilleure condition physique, et ce, au-delà du niveau d'AP auto-rapporté, et en contrôlant les différences liées au sexe.

Méthode

Les participants étaient des élèves scolarisés en classe de 5^{ème} dans des établissements scolaires participant à l'opération "*Bouge: Une priorité pour ta santé*" mise en place par la Mutualité Française Languedoc Roussillon. Au total, 934 élèves ont pris part à l'étude (511 garçons, 423 filles; $M_{\text{âge}} = 12.06$, $SD_{\text{âge}} = 1.84$).

Tous les élèves ont réalisé une série de tests de condition physique tirés de la batterie d'épreuves standardisées Eurofit[®]. Plus précisément, les adolescents réalisaient (1) une épreuve de flexion du tronc en position assise (souplesse), (2) un exercice de relevé de buste de 30 secondes (endurance musculaire), (3) une course navette sur un parcours de 10 fois 5 mètres (vitesse-coordination), (4) une course navette de 20 mètres (endurance), et (5) un sprint de 50 m (vitesse).

Les élèves ont également rempli un questionnaire comportant une échelle d'AP hebdomadaire (IPAQ-7; Guedes, Lopes & Guedes, 2005) et une échelle mesurant son automatisme (GMAS; Boiché & Marchant, 2014). L'IPAQ-7 consiste en un auto-questionnaire dans lequel le participant est invité à indiquer quelles activités physiques modérées, intenses et de marche il a effectué au cours des 7 derniers jours, en précisant la durée en minutes des séances. Un score total d'AP hebdomadaire est calculé en multipliant les deux réponses pour chaque catégorie d'AP. Le GMAS est un auto-questionnaire évaluant les propriétés automatiques d'un comportement, à savoir son caractère non intentionnel (e.g., "... est quelque chose que je fais sans avoir à la planifier à l'avance"); difficilement contrôlable (e.g., "... est quelque chose que je trouverais dur de ne pas faire") et efficace (e.g., "... est quelque chose sur laquelle je n'ai pas besoin de me concentrer pour la faire correctement"). Sa validité interne – de contenu et factorielle – et externe – validité concomitante et prédictive – a été vérifiée concernant l'AP.

Résultats

Le logiciel AMOS 18.0 a été utilisé pour avoir une estimation de la qualité d'ajustement du modèle de mesure comprenant 5 indicateurs pour la variable latente "condition physique" (scores bruts issus des épreuves de l'Eurofit[®]) et 3 pour la variable latente "automaticité" (correspondant aux scores moyens obtenus aux 3 sous-échelles du GMAS) par rapport aux données recueillies: χ^2 (19) = 48.89; $p < .001$; $\chi^2/df = 2.54$; IFI = .97; CFI = .97; RMSEA = .04 [90%CI .03-.06]. La souplesse ne corrélant que très faiblement avec le facteur "condition physique", un modèle de mesure n'incluant que les 4 autres scores a été testé, témoignant d'un ajustement satisfaisant aux données : χ^2 (13) = 16.71; $p < .22$; $\chi^2/df = 1.29$; IFI = .99; CFI = .99; RMSEA = .02 [90%CI .00-.04].

Le test du modèle hypothétique a indiqué des indices d'ajustement acceptables : χ^2 (23) = 72.81; $p < .001$; $\chi^2/df = 3.17$; IFI = .96; CFI = .96; RMSEA = .05 [90%CI .04-.06]. Les garçons rapportaient des scores d'AP (.17) et d'automaticité (.14) plus élevés que les filles. De plus, l'automaticité était associée de façon significative à la quantité d'AP hebdomadaire auto-rapportée (.29). Il est apparu que la condition physique des adolescents était prédite de façon significative par la quantité d'activité physique auto-rapportée ($\beta = .11$) ainsi que par l'automaticité de l'AP ($\beta = .30$), en contrôlant les différences liées au sexe sur ce facteur ($\beta = .34$), les garçons rapportant des niveaux de condition physique plus élevés. Globalement, les variables du modèle expliquaient 27% de la variance de la condition physique.

Conclusion

Cette étude concernant la contribution du caractère automatique de l'AP dans la condition physique des adolescents, au-delà de leur niveau de pratique auto-rapporté. Les analyses conduites au sein d'un large échantillon d'adolescents indiquent que cette variable a une contribution significative, et même supérieure, au comportement actuel d'AP, sur la condition physique représentée par les scores obtenus à des tests d'endurance musculaire, d'endurance cardiorespiratoire, de vitesse et de coordination. La composante « habituelle » de l'AP semble donc être un aspect important à prendre en compte lorsqu'on s'intéresse aux effets potentiels de la pratique d'AP sur la santé, notamment en raison de ses bénéfices sur le plan physique. Une piste interprétative serait que l'automaticité est reliée à l'activité spontanée qui n'est pas capturée par des outils auto-rapportés comme l'IPAQ. Des perspectives de recherche sur ce thème pourraient donc impliquer la mesure de l'AP objective réalisée (celle-ci pouvant être mal évaluée par les individus en particulier jeunes) et l'étude longitudinale des relations entre automaticité, comportement d'AP et condition physique.

Références

- Boiché, J., & Marchant, G. (2014). *Development of a Generic Multidimensional Habit scale in French*. Paper presented at the 5th International Congress of the French Society of Sport Psychology. Nice, France, May 12-14.
- Gardner, B., de Bruijn, G. J., & Lally, P. (2011). A systematic review and meta-analysis of applications of the Self-Report Habit Index to nutrition and physical activity behaviours. *Annals of Behavioral Medicine*, 42, 174-187.
- Guedes, D. P., Lopes, C. C., & Guedes, J. E. R. P. (2005). Reproducibility and validity of the International Physical Activity Questionnaire in adolescents. *Revista Brasileira de Medicina dello Sport*, 11, 147-154.
- Janssens, K. A. M., Oldehinkel, A. J., Bonvanie, I. J., & Rosmalen, J. G. M. (2014). An active lifestyle and low physical fitness are associated with functional symptoms in adolescents. The TRAILS study. *Journal of Psychosomatic Research*, 76, 454-457.
- Marteau, T. M., Hollands, G. J., & Fletcher, P. C. (2012). Changing human behavior to prevent disease: The importance of targeting automatic processes. *Science*, 337, 1492-1495.
- Thurn, J., Finne, E., Brandes, M., & Bucksch, J. (2014). Validation of physical activity habit strength with subjective and objective criterion of measure. *Psychol Sport Ex*, 15, 65-71.

Evolution de l'activité physique modérée et vigoureuse (MVPA) en situation réelle d'enseignement d'EPS au primaire: Déterminants individuels et environnementaux

Julien Chanal, Boris Cheval & Delphine Courvoisier

Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation, Université de Genève

Julien.chanal@unige.ch

Introduction

De nombreuses études montrent les effets délétères de l'inactivité physique sur la santé physique et psychologique des individus (accroissement des facteurs de risques de plusieurs pathologies telles que le diabète de type II, l'hypertension artérielle, les maladies cardio-vasculaires, les problèmes respiratoires, les maladies rhumatismales et l'excès de cholestérol). Les bénéfices de santé associés à la pratique sont déjà présents chez les enfants d'âge scolaire (Janssen, & Leblanc, 2010). Développer la pratique d'activité physique quotidienne des individus se révèle donc être un enjeu important de santé publique. Comprendre l'influence de l'environnement social sur la pratique physique est donc crucial car il peut se révéler être un frein autant qu'un catalyseur à la pratique.

L'école est un des principaux lieux où il est possible d'agir (Meyer, Roth, Zahner, Gerber, Puder, Hebestreit, & Kriemler, 2013) car l'ensemble des individus est soumis à une pratique encadrée de l'activité physique, au travers de l'EPS, qui peut se révéler être déterminante pour influencer les habitudes de pratique (Biddle & Chatzisarantis, 1999). Cependant, peu de données sont disponibles pour évaluer la quantité réelle de pratique des élèves lors des séances obligatoires d'EPS. Le projet que nous présentons a pour but (1) d'évaluer la pratique d'activité physique au cours des séances d'EPS à l'école primaire, (2) d'étudier la trajectoire de l'activité physique modérée et vigoureuse (MVPA) entre 8 et 11 ans, et (3) de tester l'effet et de quantifier l'importance d'un ensemble de déterminants individuels ou environnementaux dans ces trajectoires. En cela, notre projet se propose de répondre aux questions suivantes : Quelle quantité d'activité physique modérée et vigoureuse est déployée en EPS ? Quelles sont les disciplines qui permettent de déployer le plus d'énergie ? Quelles sont les différences individuelles existantes ? Comment évolue la quantité d'activité physique scolaire pratiquée au cours de l'enseignement primaire ? Quels facteurs individuels ou environnementaux favorisent ou entravent la quantité de pratique des enfants à l'école ?

Méthode

Ce programme de recherche s'est déroulé au sein de 15 écoles primaires du canton de Genève entre Septembre 2011 et Juin 2013. Treize enseignants d'éducation physique intervenant dans les écoles primaires du canton de Genève (9 hommes ; M âge = 38 ans ; M expérience professionnelle = 11 ans), ont accepté de participer à l'étude. Les enfants présents dans les classes de ces maîtres spécialistes au cours de ces années ont été nos sujets d'études. Plus de 1000 enfants ont participé aux différentes vagues de récolte de données planifiées au cours des séances d'enseignement prévues normalement à leur agenda. Aucune consigne de pratique ou d'organisation n'était donnée aux enseignants. Plusieurs types de données ont été récoltés : des données auto-rapportées par questionnaires mesurant notamment les ressources motivationnelles de l'élève (i.e., le concept de soi et la motivation autodéterminée en éducation physique) et des données physiologiques mesurant la dépense énergétique des élèves via l'utilisation d'accéléromètres pendant les leçons d'éducation physique.

Mesures

Activité physique objective

Chaque élève était équipé d'un accéléromètre (Actigraph GT3X+; Pensacola, USA) à la ceinture pendant la durée normale des séances normales d'EPS. Les counts enregistrés ont été catégorisés selon les cut-offs de Evenson, Catellier, Gill, Ondrak, & McMurray (2008). Le pourcentage de

temps de la séance passé en activité physique modérée et vigoureuse (MVPA ; > 3MET > 574 counts per 15-s epochs) a été utilisé en tant que variable dépendante.

Déterminants individuels

L'indice de masse corporel, le sexe, le climat d'enseignement perçu, la motivation autodéterminée, seront considérés en tant que déterminants individuels de la pratique MVPA.

Déterminants environnementaux

La pratique parentale, le style d'enseignement déclaré de l'enseignant, le niveau d'engagement de la classe, la catégorisation de l'établissement scolaire, ainsi que le type d'activité physique pratiquée, seront considérés en tant que déterminants environnementaux de la pratique MVPA.

Résultats principaux

Les résultats montrent que le pourcentage de temps passé en MVPA lors des séances d'EP est plus élevé pour les garçons que pour les filles et plus important pour les cohortes jeunes que les cohortes âgées (Figure 1). L'analyse de la trajectoire développementale de MVPA issue des données révèle une diminution non linéaire de MVPA au cours du temps pour tous les sujets (Figure 2). Enfin, les résultats montrent un effet protecteur du sentiment de compétence sur la diminution enregistrée de MVPA au cours du temps pour les garçons uniquement (Figure 2).

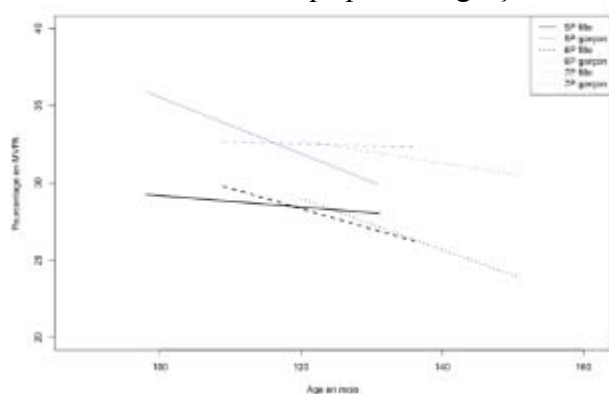


Figure 1: Pourcentage de temps en MVPA selon le sexe et la cohorte de l'élève

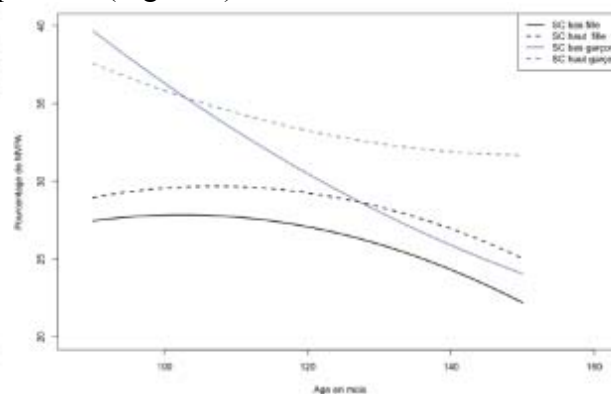


Figure 2: Trajectoire développementale selon le sexe et le sentiment de compétence des sujets

Discussion

Les données présentées nous montrent une hétérogénéité des processus de diminution de la MVPA différente pour les filles et les garçons. L'effet du sentiment de compétence présent chez les garçons et pas chez les filles, indique un processus de diminution différent selon les sexes. Si la diminution des garçons se fait principalement pour ceux dont le sentiment de compétence est faible, la diminution des filles serait donc plutôt liée à d'autres facteurs moins relatifs à leur identité.

Références

- Biddle, S., and Chatzisarantis, N. (1999). Motivation for a physical active life style thought physical education. In T. Vanden Auweele, F. Bakker, S. Biddle, M. Durand, & R. Seiler (Eds.), *Psychology for Physical Educators* (pp5-26). Champaign, IL: Human.
- Evenson, K.R., Catellier, D.J., Gill, K., Ondrak, K.S., & McMurray, R.G. (2008). Calibration of two objective measures of physical activity for children. *Journal of Sports Sciences*, 26, 1557–1565. doi:10.1080/02640410802334196
- Janssen, I. & LeBlanc, A. (2010). Systematic review of the health benefits of physical activity and fitness in school-aged children and youth. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 7:40. doi: 10.1186/1479-5868-7-40.
- Meyer, U., Roth, R., Zahner, L., Gerber, M., Puder, J.J., Hebestreit, H., & Kriemler, S. (2013). Contribution of physical education to overall physical activity. *Scandinavian journal of medicine and science in sports*, 23, 600–606. doi:10.1111/j.1600-0838.2011.01425.x

When temptations activate higher priority goals: Evidence from mixed models in the domains of eating and physical activity

Boris Cheval^{1,2}, Philippe Sarrazin², Julien Chanal¹ & Remi Radel³

¹Univ. de Genève, Faculté de Psychologie et des Sciences de l'Éducation, Suisse;

²Univ. Grenoble Alpes, France;

³Univ. Nice Sophia-Antipolis, France

Introduction

Understanding how individuals regulate their physical activity (PA) and eating behavior is crucial given their pivotal role in obesity prevention. Previous research found that, among successful restrained eaters, priming temptation objects (e.g., chocolate) tends to activate the relevant overriding goals (e.g., diet), whereas priming such a goal tends to inhibit temptations (Papies, Stroebe, & Aarts, 2008). However, the statistical analysis used cast doubt on the findings validity. Indeed in spite of numerous warnings (Judd, Westfall, & Kenny, 2012), the analysis of variance on mean response times that has traditionally been used disregards the sampling variability of stimuli. A likely consequence of only treating participants as a random effect is a large inflation of Type I statistical errors, well above the nominal .05 *p*-value. Therefore, we do not know whether the results observed regarding the activation of goals by temptations actually reflect a reliable effect or a statistical artifact. Therefore, the first aim of this study was to replicate this previous finding in the domain of eating using more methodological (control over the stimuli characteristics) and statistical (reduction of Type 1 error) precautions (Judd, et al., 2012). Since individuals who are successful in achieving long-term weight management engage not only in healthy eating, but also in high levels of PA (Wing & Hill, 2001), we wondered if the psychological mechanisms involved in the self-regulation of PA behaviors are identical to those involved in eating behaviors. The second aim was thus to examine if this cognitive bias is also present in the PA domain.

Methods

Participants and procedure. Twenty-one female students ($M_{age}=22.9$, $SD=5.1$; $M_{BMI}=20.7$, $SD=1.5$, range 18.0 – 22.9) participated in Study 1 and 46 students (28 females and 18 males; $M_{age}=22.1$, $SD=4.2$; $M_{BMI}=21.6$, $SD=2.2$, range 18.0 – 23.7) participated in study 2. A Target (goal vs. temptation) × Prime (relevant vs. irrelevant) within-subject design was conducted within the eating (study 1) and PA (study 2) domains. Irrelevant primes represent neutral nouns, whereas relevant primes represent temptation and goal-related words. In study 1, temptations were represented by unhealthy food and goals by healthy food, whereas in study 2 temptations were represented by sedentary behaviors and goals by PA. Both analyses controlled for the prime and target length and use frequency. Participants were seated in front of a desktop computer to complete a primed-lexical decision task. This task is devoted to measuring the activation of goals by temptations as well as the activation of temptations by goals. After 16 practice trials with an equal number of words and non-words, participants completed 128 experimental trials.

Data analysis. A mixed-models approach, specifying both participants and targets as random, was used. Effect or contrast coding was used to code fixed factors, prime (0.5=irrelevant prime; -0.5=relevant prime) and target (0.5=temptation; -0.5=goal).

Results

In both studies, the analyses revealed a significant target × prime interaction: $b=-38.86$, $t_{1212.56} = -2.452$, $p = .014$, 95% CI [-69.95, -7.77] (**study 1**; see Figure 1a) and $b = -30.77$, $t_{2653.86} = -3.000$, $p = .003$, 95% CI [-50.88, -10.66] (**study 2**; see Figure 1b). As expected, participants were faster to recognize a goal-related target word (i.e., a healthy food or PA-related noun), after having been primed with a relevant (i.e., an unhealthy food or sedentary-related noun) rather than an irrelevant (i.e., neutral nouns) temptation-related word. By contrast, participants were no faster and, if

anything, were slightly slower to recognize a temptation-related target word, after having been primed with a relevant, rather than an irrelevant goal-related word.

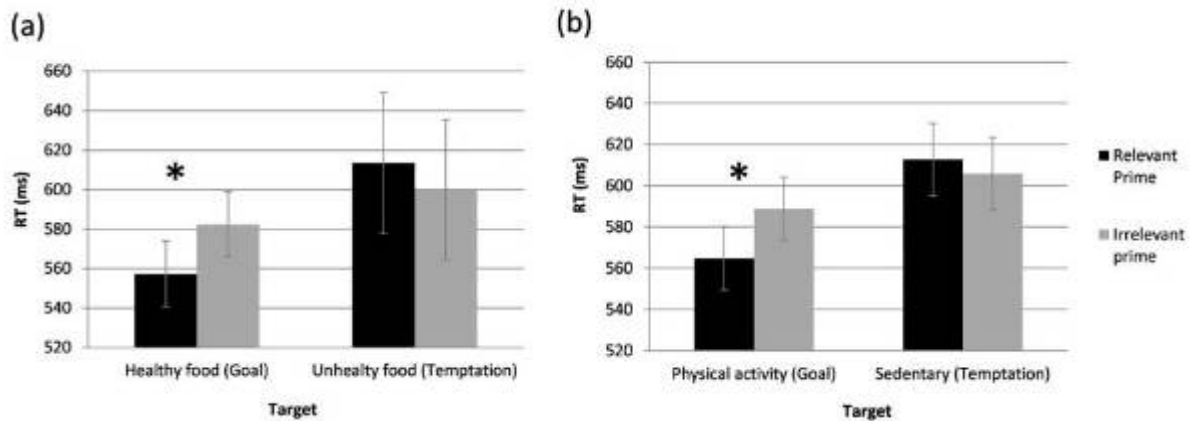


Figure 1. Reaction time for recognizing (a) unhealthy food temptations and healthy eating goals and (b) sedentary behavior temptations and physical activity behavior goals, following relevant versus irrelevant primes.

Discussion

This research tested whether the asymmetric activation between goals and temptations that explains self-regulatory success in the domain of dieting (a) is still significant using more methodological (control over the stimuli characteristics) and statistical (reduction of Type 1 error) precautions, and (b) is also present in the PA domain. First, by replicating the asymmetric cognitive associations using mixed models effects, the results confirm that the activation of goals by temptations is a reliable effect rather than a statistical artifact (i.e., Type I error). Second, this research also extends the asymmetric cognitive associations to the PA domain. Specifically, as in eating behavior, temptation representations (i.e. sedentary-related words) have facilitated goal recognition (i.e., PA-related words), whereas goal representation have not facilitated and, if anything, have inhibited temptation recognition. Accordingly, this research suggested that the psychological mechanism involved in the successful regulation of energy intake and energy expenditure seems to result from the same process. It helps in understanding how some individuals may resist the temptations they encounter in their modern obesogenic environment that promote sedentariness and excessive food intake.

References

- Papies, E.K., Stroebe, W., Aarts, H. (2008). Healthy cognition: Processes of self-regulatory success in restrained eating. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 34, 1290–1300. doi:10.1177/0146167208320063
- Judd C.M., Westfall, J., Kenny, D.A. (2012). Treating stimuli as random factor in social psychology: A new and comprehensive solution to a pervasive but largely ignored problem. *Journal of Personality and Social Psychology*, 103, 54–69. doi: 10.1037/a0028347
- Wing, R.R., & Hill, J.O. (2001). Successful weight loss maintenance. *Annual Review of Nutrition*, 21, 323–341. doi:10.1146/annurev.nutr.21.1.323

Étude des attitudes implicites dans le champ de l'activité physique : Propriétés de l'Implicit Association Test et du Single-Category Implicit Association Test

Guillaume Chevance^{1,2}, Nelly Heraud², Alain Varray³, Sofiane Ramdani³ & Julie Boiché¹

¹Laboratoire Epsilon, EA 4556, Université de Montpellier ;

²Clinique du Souffle La Vallonie, Fontalvie, Lodève ;

³Movement To Health Laboratory, Euromov, Université de Montpellier.

guillaume.chevance@fontalvie.fr

Introduction

Ces dernières années, les travaux de recherche relatifs à l'adoption de comportements de santé tels que l'activité physique (AP) ou la sédentarité (SED) se sont intéressés de façon croissante aux processus psychologiques automatiques (i.e., inconscients, non intentionnels, incontrôlables, efficaces). D'un point de vue méthodologique, cette ligne de recherche a été rendue possible par le développement d'outils spécifiques tel que l'Implicit Association Test (IAT, Greenwald, McGhee, & Schwartz, 1998). Ce test, basé sur le paradigme des temps de réaction, consiste en une tâche de catégorisation de stimuli sur ordinateur nous renseignant sur les forces d'association relatives entre des concepts cibles (e.g., AP, SED) et des attributs positifs et négatifs (e.g., plaisant / déplaisant). Arguant que la version princeps de ce test ne permet que des interprétations relatives entre deux cibles, Karpinski et Steinman (2006) ont développé le Single Category-Implicit Association Test (SC-IAT) afin d'envisager l'étude d'associations absolues (i.e., deux tests distincts pour l'AP et la SED). Dans le champ de l'AP, deux études à ce jour ont mis en évidence un lien significatif entre les attitudes implicites (mesurées au travers d'un SC-IAT) et le nombre de pas réalisé pendant une semaine chez des étudiants (Conroy et al., 2010 ; Hyde et al., 2012). Cependant, malgré ces résultats encourageants, des questions se posent actuellement sur les propriétés psychométriques des tests implicites utilisés. En effet, si l'IAT témoigne généralement de propriétés psychométriques acceptables au regard de sa fiabilité (rang $r=[0,70 ; 0,90]$) et de sa fidélité test-retest ($r_{\text{moy}}=0,56$, Nosek et al., 2007) peu d'éléments sont disponibles concernant (a) les propriétés du SC-IAT et (b) les outils spécifiques au champ de l'AP et de la SED. L'objectif principal de cette étude est d'examiner les propriétés psychométriques (fiabilité et reproductibilité) de trois tests permettant de mesurer des attitudes implicites vis-à-vis de l'AP et/ou la SED (IAT AP/SED ; SC-IAT AP ; SC-IAT SED). Dans un second temps, sur la base de l'étude des temps de réaction et de la précision des réponses, nous examinerons les effets d'apprentissage inhérent à ces tests.

Méthode

Dans le cadre de cette étude, 60 sujets n'ayant jamais réalisé d'IAT ou de SC-IAT et ne présentant pas de limitations fonctionnelles ou cognitives empêchant la réalisation de ces tests ont été recrutés. De manière à garantir une hétérogénéité suffisante, et par soucis de validité externe, l'échantillon était composé pour moitié (1) de personnes issues de la population générale, et (2) de malades chroniques recrutés en centre de réhabilitation. Un premier échantillon (N=30, 18 malades chroniques, 18 femmes, Age=47.3 ± 16.62 ans) a complété deux SC-IAT AP et SED à une heure d'intervalle en veillant à l'absence de toute AP entre les deux passations. Un second échantillon indépendant (N=30, 15 malades chroniques, 11 femmes, Age= 45.7 ± 18.2 ans) a réalisé de la même manière un IAT AP/SED à une heure d'intervalle. Pour chacun des tests, deux versions contrebalancées ont été développées afin de contrôler les potentiels effets d'ordres inhérents aux tests. Chaque participant réalisait cependant les mêmes versions des tests à T1 et T2. Les données des IAT et SC-IAT ont été traitées selon les recommandations en vigueur (Nosek et al., 2007) afin d'obtenir un score D allant de -2 à +2.

Résultats

Fiabilité : les corrélations entre deux scores D calculés sur les items pairs et impairs étaient moyennes pour le SC-IAT AP à T1 ($r=.50$; $p<.01$) et à T2 ($r=.60$; $p<.001$), mais légèrement plus importantes pour le SC-IAT SED à T1 ($r=.65$; $p<.001$) et à T2 ($r=.64$; $p<.001$) ainsi que pour l'IAT AP vs SED à T1 ($r=.61$; $p<.001$) et à T2 ($r=.75$; $p<.001$).

Reproductibilité : il n'y avait pas de relation significative entre les deux passations pour le SC-IAT AP ($r=.29$; $p=.11$) ni le SC-IAT SED ($r=.26$; $p=.16$). Concernant l'IAT AP/SED, les deux scores étaient significativement corrélés entre T1 et T2 ($r=.80$; $p<.001$).

Effets d'apprentissage : un test des rangs signés de Wilcoxon pour échantillons appariés a indiqué une diminution significative entre la première et la seconde passation des temps de réactions pour les réponses correctes pour le SC-IAT AP (T1=973 ± 326ms ; T2=860 ± 274ms ; $p<.001$), le SC-IAT SED (T1=936 ± 241ms ; T2=832 ± 209ms ; $p<.001$) et pour l'IAT AP/SED (T1=1234 ± 432ms ; T2=1129 ± 354ms ; $p<.01$). Des analyses similaires ont révélé une diminution significative du pourcentage d'erreur entre la première et la deuxième passation pour l'IAT AP/SED (T1=6.9 ± 4.2% ; T2=5.6 ± 3.8% ; $p<.05$) mais pas pour le SC-IAT AP (T1=3.1 ± 3.0% ; T2=3.1 ± 1.8% ; $p=.16$) ni le SC-IAT SED (T1=3.9 ± 2.9% ; T2=3.11 ± 2.1% ; $p=.30$).

Conclusion

L'objectif principal de l'étude était d'évaluer les propriétés psychométriques de tests implicites pour l'AP et la SED. Les résultats mettent en évidence une fiabilité satisfaisante du SC-IAT SED et de l'IAT AP/SED, mais moyenne pour le SC-IAT AP. La reproductibilité apparaît satisfaisante concernant l'IAT AP/SED mais n'est pas attestée pour les SC-IAT. Ces résultats interrogent la capacité du SC-IAT à fournir un score assez stable pour l'étude des changements d'attitudes implicites. Ainsi, l'IAT semble être à privilégier dans la mise en place de protocoles expérimentaux. L'objectif secondaire était d'examiner les potentiels effets d'apprentissages associés à une double passation des tests. Les résultats mettent en évidence une diminution significative des temps de réaction pour les réponses correctes entre la première et la seconde passation pour l'IAT et les deux SC-IAT. Le pourcentage d'erreur apparaît significativement réduit à la deuxième passation pour l'IAT mais pas pour les SC-IAT. Dans l'ensemble, ces résultats indiquent une facilité accrue des sujets à compléter ces tests lors d'une seconde passation et nous confortent dans l'idée selon laquelle un IAT et un SC-IAT sont sujets à une forme d'apprentissage. En perspective, des recherches sont actuellement menées concernant le développement d'algorithmes spécifiques permettant de fournir des scores plus représentatifs des concepts évalués. Leur application pourrait permettre d'améliorer l'analyse des propriétés psychométriques et des effets d'apprentissage semblant inhérents aux tests implicites.

Références

- Conroy, D.E., Hyde, A.L., Doerksen, S.E., & Ribeiro, N.F. (2010). Implicit attitudes and explicit motivation prospectively predict physical activity. *Annals of Behavioral Medicines*, 39, 112-118.
- Greenwald, A.G., McGhee, D.E., & Schwartz, J.K.L. (1998). Measuring individual differences in implicit cognition: The Implicit Association Test. *Journal of Personality and Social Psychology*, 74, 1464-1480.
- Hyde, A.L., Elavsky, S., Doerksen, S.E., & Conroy, D.E. (2012). The stability of automatic evaluations of physical activity and their relations with physical activity. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 34, 715-736.
- Karpinski, A., & Steinman, R.B. (2006). The Single Category Implicit Association Test as a Measure of Implicit Social Cognition. *Journal of Personality and Social Psychology*, 91, 16-32.
- Nosek, B.A., Greenwald, A.G., & Banaji, M.R. (2007). Automatic processes in social thinking and behavior. In J.A. Bargh (Ed), *The implicit association test at age 7: A methodological and conceptual review* (pp 265-292). Psychology Press.

Perception de l'activité physique chez les adolescents : l'étude HELENA

Jérémy Vanhelst¹⁻², Laurent Béghin¹⁻², Alain Duhamel³, Stefaan De Henauw⁴, Jonatan R. Ruiz⁵, Anthony Kafatos⁶, Yannis Manios⁷, Kurt Whildham⁸, Béatrice Mauro⁹, Michael Sjöström¹⁰ & Frédéric Gottrand¹

¹Inserm, LIRIC UMR 995, Univ Lille, CHRU de Lille, F-59 000 Lille, France ; ²CIC-PT-1408-INSERM-CH&U, CHRU, Lille, France ; ³Department of Biostatistics, EA2694, UDSL, Univ Lille, CHRU Lille ; ⁴Department of Movement and Sport Sciences, Ghent University, Ghent, Belgium ; ⁵Department of Physical Education and Sport, School of Sport Sciences, Granada University, Granada, Spain; ⁶Department of Social Medicine, School of Medicine, Harokopio University, Crete, Greece; ⁷Department of Nutrition and Dietetics, Harokopio University, Athens, Greece; ⁸Private Medical University Salzburg, Dept. of Pediatrics, Austria; ⁹Agricultural Research Council - Research Center on Food and Nutrition - C.R.A. NUT (formerly INRAN), Roma, Italy; ¹⁰Unit for Preventive Nutrition, Department of Biosciences and Nutrition, Karolinska Institutet, Huddinge, Sweden

jeremy.vanelst@chru-lille.fr

Introduction

L'activité physique (AP) est un déterminant important de la santé chez l'enfant et l'adolescent. L'adolescence est une période marquée par une baisse de l'AP (Olds et al., 2009). Les interventions visant à favoriser l'AP à l'école semblent efficaces (Demetriou & Höner, 2012). Néanmoins, les interventions visant à promouvoir l'AP en dehors de l'école ont montré un succès limité (Dobbins et al., 2013). L'hypothèse la plus régulièrement développée pour l'efficacité limitée des interventions ou des programmes de promotion est le manque de sensibilisation des adolescents au sujet de leur AP (Oenema & Brug, 2003). En effet, la perception d'être physiquement actif ou inactif est très difficile à apprécier pour les enfants et les adolescents. Par conséquent, les adolescents peuvent penser qu'ils atteignent les recommandations de 60 minutes d'AP modérée et/ou vigoureuse alors qu'ils ne les atteignent pas et par conséquent surestiment leurs niveaux d'AP. Une autre hypothèse pourrait être avancée sur le fait que les adolescents ne connaissent pas les recommandations en AP. Les données sur cette thématique sont limitées à des adolescents britanniques (Corder et al., 2011). Le but de notre étude était d'évaluer la perception de l'AP chez des adolescents européens. L'objectif secondaire était d'identifier les facteurs anthropométriques et psychosociaux (statut socio-économique, niveau éducation des parents, encouragements des pairs) menant à une perception erronée de l'AP.

Matériels & Méthodes

Cette étude ancillaire comprenait 2044 adolescents, âgés de 12,5 à 17,5 ans, ayant participé à l'étude européenne HELENA (www.helenastudy.com). Les données ont été recueillies dans 10 villes européennes : Vienne (Autriche), Gand (Belgique), Lille (France), Athènes (Grèce), Héraklion (Grèce), Pecs (Hongrie), Rome (Italie), Dortmund (Allemagne), Saragosse (Espagne), et Stockholm (Suède). Après information et consentement les adolescents étaient examinés (poids, taille, stade pubertaire...) et répondaient à un questionnaire d'auto-évaluation de leur AP avant la mesure objective de l'AP. Une seule question a été donnée aux adolescents: «Pensez-vous que vous êtes physiquement actif ? Les réponses proposées étaient : très inactif, relativement inactif, modérément actif, relativement actif, et très actif ». Les adolescents ont été classés a priori en deux catégories: inactif lorsque la réponse était « très inactif » ou « relativement inactif » et actif lorsque la réponse était « modérément actif », « relativement actif » ou « très actif ». L'AP quotidienne était mesurée par l'intermédiaire d'un accéléromètre uniaxial (ActiGraph, Pensacola, USA, FL). Les adolescents portaient l'appareil à l'aide d'une ceinture élastique autour de leur taille durant une semaine complète. L'appareil était programmé pour détecter les mouvements toutes les 15 secondes. L'évaluation du temps passé en AP sédentaire, légère, modérée et vigoureuse a été basée sur les plages de 0-500, de 501-1999, 2000-2999 et > 2999 counts.min⁻¹, respectivement (Ekelund et al., 2007). Les adolescents étaient considérés comme objectivement actifs lorsqu'ils atteignaient 60

min/jour d'AP modérée et/ou vigoureuse. Les adolescents ont été classés en 4 groupes : réellement actif, sur estimateurs, sous estimateurs et réellement inactif. Des analyses multivariées ont été réalisées pour évaluer l'impact des caractéristiques anthropométriques et psychosociales (statut socio-économique, niveau éducation des parents, encouragements des pairs) sur la surestimation de l'AP des adolescents.

Résultats

41% des adolescents ont déclaré correctement leurs niveaux d'AP (39,1% réellement actif et 1,9% réellement inactif) (Tableau 1). Parmi les 59,4% des adolescents qui étaient objectivement inactifs, 96,8% avaient tendance à surestimer leurs niveaux d'AP. Très peu d'adolescents qui étaient actifs sous-estimaient leurs niveaux d'AP (Tableau 1). L'analyse multivariée montre que les adolescents qui surestimaient leur niveau d'AP étaient plus souvent des filles, avaient une masse de graisse plus élevée, et avaient des encouragements faibles de leurs amis (Tableau 2).

Tableau 1. Classification des adolescents dans les 4 groupes en fonction de la perception de l'adolescent et de la mesure objective de l'AP

Perception de l'AP de l'adolescent	AP mesurée objectivement	
	830 Actif (40.6%)	1214 Inactif (59.4%)
Très actif	799 réellement actifs	1175 sur estimateurs
Relativement actif	(39.1%)	(57.5%)
Modérément actif		
Relativement inactif	31 sous estimateurs (1.5%)	39 réellement inactifs
Très inactif		(1.9%)

Tableau 2. Analyse multivariée des caractéristiques associées à une surestimation de l'AP

	Odds-ratio	95% CI	P
Sexe (<i>Filles vs Garçons</i>)	3.0	2.4 ; 3.7	<0.0001
Encouragement ami (<i>Non vs Oui</i>)	1.5	1.2 ; 1.9	0.0007
Masse grasse*	1.2	1.1 ; 1.4	0.0007

* Odds ratio calculé pour une déviation standard (SD=8.1) augmentée.

Conclusion

Un nombre important d'adolescents se croit physiquement actifs alors qu'ils ne le sont pas. Les résultats de notre étude suggèrent que les programmes de promotion de la santé doivent prendre en compte la perception de l'AP. L'augmentation de la perception de l'AP, en particulier dans les groupes à risque définis par notre étude, pourrait modifier les changements de comportement.

Références

- Corder, K., van Sluijs, E.M., Goodyer, I., Ridgway, C.L., Steele, R.M., Bamber, D., Dunn, V., Griffin, S.J., Ekelund, U. (2011). Physical Activity Awareness of British Adolescents. *Archives of Pediatrics & Adolescence Medicine*, 165(7), 603-609.
- Demetriou, Y., Höner O. (2012). Physical activity interventions in the school setting: A systematic review. *Psychology of Sport and Exercise*, 13(2), 186-196.
- Dobbins, M., Husson, H., DeCorby, K. & LaRocca, R.L. (2013). School-based physical activity programs for promoting physical activity and fitness in children and adolescents aged 6 to 18. *Cochrane Database Systematic Review*, 28;2:CD007651.
- Ekelund, U., Anderssen, S.A., Froberg, K., Sardinha, L.B., Andersen, L.B., Brage, S. (2007). Independent associations of physical activity and cardiorespiratory fitness with metabolic risk factors in children: the European youth heart study. *Diabetologia* 2007, 50(9), 1832-1840.
- Olds, T., Wake, M., Patton, G., Ridley, K., Waters, E., Williams, J. & Hesketh, K. (2009). How do school-day activity patterns differ with age and gender across adolescence? *Journal of Adolescence Health*, 44(1), 64-72.

Session Orale N°14

***Procédures de guidage, d'évaluation, et dispositifs
innovants en EPS***

(Modérateur : David Adé)

Procédures de guidages dans l'enseignement par situation complexe dans deux APSA contrastées (en collège en France)

Matmati Wajdi¹, Lucile Lafont¹

¹ Laboratoire Culture-Education-Sociétés (LACES EA 4140) : Equipe de recherche :
Vie sportive : UFR STAPS Bordeaux
matmati_wajdi33@hotmail.fr

Introduction

L'étude des procédures de guidage dans l'enseignement est depuis longtemps un axe de recherche important dans le domaine de l'éducation que ce soit dans le but de définir les caractéristiques du « bon » enseignant, ou d'analyser l'influence des interactions sur les apprentissages des élèves.

Au sein de l'approche culturaliste (Bruner 1983) la notion d'interaction de tutelle constitue un cas particulier d'interaction dyadique dissymétrique au cours de laquelle un adulte étaye l'activité de jeunes enfants dans la résolution d'un problème. Plus récemment Winnykamen (1996) souligne la spécificité du rôle de guidage du tuteur dans le cas particulier de la classe. Dans le domaine particulier de l'EPS Amade-Escot et al. (1994) invoquent la notion tutelle et l'activité de l'étayage de l'enseignant pour la transmission des techniques. Par ailleurs, des études expérimentales ont montré l'efficacité différentielle des procédures de guidage selon les tâches et la nature de l'habileté motrice. A la suite des travaux de Carroll et Bandura (1982), l'efficacité de la démonstration explicitée dans le cas d'habiletés complexe, sérielles et morpho-cinétiques a été démontrée Lafont (1994), l'imitation modélisation a été aussi validée pour l'enseignement d'une séquence dansée. Par contre, ce type de guidage est moins pertinent quand il s'agit de faire acquérir des habiletés tactiques, c'est le cas de la contre-attaque en rugby Bouthier (1988).

D'un point de vue socio-institutionnel, selon les résultats de l'enquête PISA (2006), les élèves français réussissent correctement les tâches simples mais effectuer une tâche dite « complexe » s'avère plus difficile pour eux. Dans ce contexte, l'approche par compétences et la pédagogie par situation complexe est aujourd'hui en voie de diffusion auprès des enseignants (Falco et Lafont, 2012).

Objectif

Cette étude a pour principal but d'identifier et clarifier les procédures de guidage et les styles d'enseignement utilisés dans la mise en œuvre de la situation complexe en (Danse/ Rugby). Il s'agit d'analyser l'influence de la nature des habiletés motrices sur le mode de guidage à travers l'observation de l'action d'un enseignant « Expert » dans l'enseignement par situations complexes.

Méthode

Un enseignant expert dans l'enseignement d'EPS qui est formateur dans l'enseignement par SC et une classe de 6^{ème} de collège de la banlieue de Bordeaux ont participé à cette recherche.

Pour pouvoir décrire et comparer les différents modes de guidage utilisés, nous avons recueilli l'ensemble des interventions de l'enseignant lors des situations d'apprentissages (ciblée et complexe) en danse et en rugby,

Le recueil des données s'organise en deux temps respectifs :

1-L'enregistrement d'entretiens semi-directifs préalables afin d'accéder aux caractéristiques de l'enseignant et ses conceptions pédagogique en SC, effectués avant la conduite des séances observés.

2-L'enregistrement vidéo des séances en vue d'identifier les procédures de guidage effectuées par l'enseignant à 3 moments clés : moment de présentation de la situation, étayage réalisé par l'enseignant au moment de l'exécution et retour sur la situation auprès des élèves.

Un codage a été effectué après l'observation des séances d'enseignements. Pour identifier les types des interventions orales et gestuelles effectuées par l'enseignant. Les styles productifs et reproductifs ont été distingués ainsi que les modalités de guidage (Lafont, 1994).

Résultats

Les résultats mettent en évidence des différences dans les procédures de guidage utilisées dans les deux séances observées. Conformément aux travaux de Lafont et Desages (1999) on a observé des modulations relativement importantes en analysant l'activité de tuteur dans les deux habiletés motrices enseignées. L'enseignant utilise efficacement des procédures démonstratives pour faire acquérir des habiletés techniques en Danse, par contre en rugby l'aspect réglementaire et organisationnel étaient fortement présents dans le guidage de l'enseignant avec l'orientation des élèves en sollicitant des consignes fermées (Explication, donner des ordres...). Le type de la situation pédagogique semble aussi avoir une influence sur les procédures de guidage, les résultats mettent en évidence des différences significatives dans les deux situations (Sci/SC) en danse et en rugby. En Sci l'enseignant favorise l'apprentissage des gestes spécifiques en démontrant l'exécution de la tâche il utilise des styles d'enseignement reproductifs par contre en SC l'enseignant fait usage de styles productifs, il aide l'élève à distinguer, à catégoriser, à interpréter à résoudre le problème en intégrant les relations sociaux et l'aspect stratégique.

Conclusion

Les résultats obtenus permettent de constater plusieurs caractéristiques de l'acte d'enseigner par situation complexe. On observe une variation de style d'enseignement entre situation ciblée et complexe. Les stratégies observées lors des Sci sont de type reproductif en SC sont plus orientées vers le style productif. Le type d'activité physique semble avoir une influence en SC en danse où les guidages sont plus donnés au début de la situation et plus centrés sur les moyens d'action en associant les aspects sociaux.

Références

- Amade-Escot, C., Bos, J.C., Dufor, F., Dugrand, M., Orphee B., & Terrisse A. (1994). Didactique et culture technique. *Spirales*, 7, 8-18
- Bouthier, D. (1988). Les conditions cognitives de la formation d'actions sportives collectives. Thèse de doctorat en psychologie, Université René Descartes Paris 5, non publiée
- Lafont, L. (1994). Modalités sociales d'acquisition d'habiletés motrices complexe. Thèse de doctorat en psychologie. Université Paris V René Descartes, non publiée
- Falco, A. & Lafont, L. (2012). Situations complexes en EPS. *Revue EPS* 353 - 08/2012. p.36-39
- Mosston, M. & Ashworth, S. (2002). *Teaching physical education* (5th Ed.). New York: Benjamin Cummings. (5th Ed.).

Effets d'un dispositif TICE sur les apprentissages dans une démarche de mise en projet en Education Physique et Sportive

Lucie Dal¹, Jean Trohel²

¹ Centre de Recherche sur l'Education les Apprentissages et la Didactique (EA 3875), UFR STAPS, Université de Rennes.

² Violences, Identités, Politiques et Sports (VIP&S) (EA 4636), UFR STAPS, Université de Rennes.
lucie.dal@gmail.com

Introduction

Si l'intégration des nouvelles technologies dans le système éducatif interroge l'institution depuis les années 1980, son actuelle généralisation dans la société, en fait un outil que le système éducatif ne peut ignorer. En effet, moyen éducatif, mais également outils auquel il faut confronter l'élève dans son projet de formation ; il apparaît aujourd'hui incontournable d'intégrer les moyens techniques du moment : ordinateurs, tablettes, tableaux interactifs ; au sein des dispositifs éducatifs.

Aussi, alors que cette démarche a des difficultés à se généraliser en EPS, nous avons voulu identifier si les Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Enseignement (TICE) apportaient une plus-value dans les apprentissages, lorsque l'on place l'élève dans un dispositif pédagogique favorable à sa mise en projet (CMS 3 - BO n°6, 28 août 2008) c'est-à-dire lui permettant de choisir ses propres buts.

Revue de littérature

Au sein du corps enseignant si les nouvelles technologies sont mises en avant pour les nouveaux possibles qu'elles ouvrent en termes de construction pédagogique (Dalewski, 2008 ; Pinkowski, 2008 ; Morieux, 2014 ; Tixier et Dejean, 2014) ; les études scientifiques nous permettent quant à elles d'en déduire des effets sur les apprentissages. En effet, plusieurs travaux de psychologie soulignent les effets positifs qu'entraînent ces dispositifs sur la motivation et l'engagement de l'élève dans la tâche. (Gibbone, Rakavina, et Silverman, 2010 ; Beebe, 2011 ; Shaoyan et Yunjian, 2012). Plus concrètement, grâce à une étude comparative, Chen (2012) montre que l'engagement que suscite le dispositif, accélère les apprentissages moteurs des élèves lors d'un cycle. Parallèlement, des études s'intéressant à l'activité de l'élève, ont quant à elles montré un effet circulaire entre les TICE, les interactions et les apprentissages (eg. Vollum, 2014 ; Zavatto, 2012). En résumé, les nouvelles technologies auraient un effet bénéfique sur les interactions entre élèves et amélioreraient en ce sens les apprentissages grâce à une meilleure assimilation et compréhension de ses propres compétences.

Face à ces nombreux constats, nous avons voulu étudier *in situ* l'activité de l'élève face à un dispositif TICE et un dispositif fiche, afin d'analyser les effets de l'outil dans le cadre d'un apprentissage autodéterminé (Deci et Ryan, 2008). Plus concrètement, alors que nombreuses études soulignent que cette démarche d'apprentissage est favorable à une motivation autonome (eg. Erdvik, Øverby et Haugen, 2014; Shapka et Keating, 2005), mais également à la coopération lors de la mise en place de dyades (Gabouriaud, 2014) ; nous avons voulu comprendre de quelle manière les nouvelles technologies impactent l'activité de l'élève, afin d'identifier en quoi elles peuvent être intéressantes dans une démarche d'apprentissage.

Méthodologie

Notre recherche est basée sur le cadre théorique et méthodologique du cours d'action (Theureau, 2004). A partir d'une collaboration avec une enseignante d'EPS, nous avons donc développé un programme informatique répondant aux caractéristiques de ces élèves et aux compétences visées dans l'activité tennis de table. Au sein de deux classes (6^e et 5^e), nous avons mis les élèves en situation de match avec mise en projet et, confrontés les observateurs à deux outils d'observation : une fiche et un programme Excel fonctionnant à partir d'un ordinateur. Lors de ces

expérimentations, un dispositif vidéo et audio nous a permis d'enregistrer l'activité de huit élèves volontaires (quatre en 6^{ème} et quatre en 5^{ème}) ; puis des entretiens collectifs d'autoconfrontation ont été menés afin de comprendre cette activité. Les données nous ont alors permis de construire les récits réduits de chaque individu après avoir construit le protocole à trois volets : le verbatim de l'activité des élèves ; le verbatim de l'autoconfrontation ; les contraintes extrinsèques. Cette méthodologie nous a permis de réaliser une analyse globale du cours d'action de chaque élève afin d'en déduire des généralités pour les huit volontaires mais également certaines spécificités.

Résultats et discussion.

Nos résultats confirment la plus-value du dispositif TICE par rapport au dispositif fiche. En effet, l'analyse de la dynamique des préoccupations des élèves, et notamment ce qu'ils disent en autoconfrontation, nous a permis de constater que le dispositif était favorable à un engagement plus soutenu dans le rôle d'observateur. En effet, une motivation liée à l'utilisation de l'outil TICE apparaît, comme l'illustre cet extrait : « *C'est plus amusant que la fiche. Là, j'avais envie de voir comment on l'utilisait parce qu'on a jamais eu ça en cours de sport* ». Plus encore, pendant les situations de matchs, l'outil apparaît plus fonctionnel et permet au coach de s'investir d'avantage : « *C : « Qu'est ce qui change dans l'observation là pour toi ? », T : « Ça va plus vite, il y a les points affichés, du coup j'arrive mieux à l'aider parce que... euh... j'ai plus le temps aussi. »*

A ce propos, nous avons pu observer que si le dispositif suscite la coopération, l'outil TICE va quant à lui quasiment doubler les communications entre le coach et le joueur. Aussi, ces communications de type conseils tactiques ou ajustement techniques, sont apparues comme plus précises. En effet, pour un même élève nous sommes passés avec la fiche à des communications centrées exclusivement sur les encouragements « *Allez B.* », à une aide technico-tactique : « *Allez ! encore un point à droite, positionne toi là [montre du doigt] pour servir et croise* ».

Plus encore, nous avons pu constater que lors du dispositif TICE, les joueurs avaient tendance à être demandeur de conseils, voire à se déplacer pour consulter l'outil pendant le match, ce qui était très peu le cas lors de la situation avec les fiches. Les entretiens d'autoconfrontation nous ont alors permis de comprendre que l'ergonomie de l'outil, facilitait la prise d'information et donc les ajustements stratégiques de la part des joueurs. C'est ce que nous exprimons par exemple un élève au travers de ce verbatim : « *c'est plus rapide là parce quand on arrive tout est sur le même écran et en plus les points sont affichés sans compter les croix... donc là je vois, je sais ce que je peux faire...* ».

Ainsi, dans la lignée des travaux d'Amatte (e.g. 2013), nos travaux nous laissent supposer que l'outil TICE est favorable à des transformations motrices mais également à des acquisitions méthodologiques et sociales, en lien avec les conseils délivrés par l'outil et par le coaching, lui-même facilité par l'outil.

Références

- Amatte, L. (2013). Intégration des TICE dans une séquence d'enseignement. *Revue Enseigner l'EPS*, 261, 14 – 19.
- Chen, Q. (2012). Research for Influence of Physical Education Multimedia Teaching on Sports Motivation of Students. *Advances in information Sciences and Service Sciences* 16(4), 14-22.
- Erdvik, I.-B., Øverby, N.-C., & Haugen, T. (2014). Students' self-determined motivation in physical education and intention to be physically active after graduation: The role of perceived competence and identity. *Journal of Physical Education and Sport*, 14(2), 232-241.
- Theureau, J. (2004). Le cours d'action : méthode élémentaire. Toulouse : Octarès.
- Zavatto, L., Pennington, B., Mauri, S., Skarda, N., & Marquis, J. (2012). Does technology in physical education enhance or increase the time available to engage in physical activity? *Journal of Physical Education, Recreation & Dance*, 83(7), 53-54.

Analyse de l'enseignement en EPS dans trois contextes aux modalités d'évaluation sommative différentes

Vanessa Lentillon-Kaestner¹, Mélanie Allain¹, Nicolas Voisard² & Daniel Deriaz³

¹ Unité d'Enseignement et de Recherche en Education Physique et Sportive (UER-EPS), Haute Ecole Pédagogique du Canton de Vaud (HEP-VD)

vanessa.lentillon-kaestner@hepl.ch

Introduction

L'évaluation sommative en EPS et notamment la notation est un sujet d'actualité qui fait débat dans de nombreux pays et qui est souvent remise en question. Considérée comme un acte didactique à part entière, l'évaluation sommative est indissociable des démarches d'enseignement qui lui sont associées (e.g., Brau-Antony, 2005). L'évaluation sommative n'intervient qu'après une série d'autres évaluations (e.g., diagnostique, formative, formatrice) et elle ne doit pas être considérée comme un acte isolé par rapport aux autres types d'évaluation. Les études antérieures se sont focalisées sur la certification en EPS et les problèmes qu'elle peut poser aussi bien chez les enseignants que chez les élèves (e.g., David, 2000 ; Cogérino, 2005 ; Cogérino & Mnaffakh, 2008; MacDonald & Brooker, 1997). Par contre, elles laissent un champ scientifique quasi déserté concernant les autres modalités d'évaluation sommative. Cette étude a été réalisée en Suisse romande. Bien que le plan d'études romand vise l'harmonisation des pratiques d'enseignement dans les différents cantons de Suisse romande, l'évaluation sommative reste différenciée et définie au niveau cantonal. Plus précisément, notre étude s'est intéressée à trois cantons aux modalités d'évaluation sommative différentes en EPS au secondaire 1 : le canton de Genève pour lequel l'évaluation en EPS est certificative ; le canton du Jura pour lequel l'évaluation en EPS n'est pas certificative (la note ne compte pas pour la moyenne générale) ; le canton de Vaud où l'évaluation se fait grâce à un livret d'évaluation que les élèves conservent toute leur scolarité de secondaire 1 et qui intègre des tests de condition physique, des sports à pratiquer et des espaces pour des commentaires / appréciations de l'enseignant. S'appuyant sur une approche mixte, l'objectif de cette étude est d'analyser et comprendre comment les enseignants d'EPS organisent leur enseignement dans trois contextes aux modalités d'évaluation sommative différentes (i.e., une note certificative, une note non certificative et pas de note).

Méthode

Dans cette étude, des questionnaires et entretiens ont été utilisés à la fois auprès d'enseignants et d'élèves.

Echantillon : Au total, 215 enseignants du secondaire 1 (127 hommes et 83 femmes) ont été interrogés par questionnaire (M=37.96, ET=10.51), 130 dans le canton de Vaud, 51 dans le canton de Genève et 34 dans le canton du Jura. Aussi, 4027 élèves de secondaire 1 (1975 garçons et 1912 filles) ont rempli un questionnaire (M=14.53, ET=1.08), 1757 dans le canton de Vaud, 1331 dans le canton de Genève et 939 dans le canton du Jura. En complément, des entretiens basés en partie sur des observations ont été réalisés auprès de 10 enseignants (trois jurassiens, trois genevois et quatre vaudois) et auprès de 28 élèves (9 jurassiens, 9 genevois et 8 vaudois).

Outils : Des questionnaires enseignants et élèves ont été construits pour les besoins de l'étude. Des questions étaient notamment posées sur la durée du cycle, les objectifs de fin de cycle, les différentes évaluations (diagnostique, formative, formatrice), les outils didactiques utilisés, les visées prioritaires en EPS, etc. La grille d'entretien reprenait les thèmes abordés dans le questionnaire afin d'approfondir les données à ce sujet.

Procédure : Les passations des questionnaires élèves et enseignants ont duré approximativement une quinzaine de minutes. La diffusion des questionnaires auprès des enseignants a été réalisée par l'intermédiaire des directions d'école, de formations continues, ou via les réseaux sociaux. Les questionnaires élèves ont été quant à eux remplis en version papier en classe et récupérés directement après passation. Concernant les entretiens, ils ont été reliés à des observations réalisées

au cours d'un cycle de sport collectif. Chacun des enseignants a été interrogé à deux moments différents : avant le début du cycle puis après. Ils se sont déroulés dans un lieu choisi par l'enseignant et ont duré en moyenne 74 minutes pour les entretiens *ante* et 54 minutes pour les entretiens *post*.

Analyse : Des analyses statistiques ont été réalisées sur les données issues des questionnaires avec le logiciel SPSS Statistics (IBM, version 22) et une analyse de contenu thématique (de type inductif et déductif) a été réalisée sur les données issues des entretiens.

Résultats

Les enseignants genevois souhaitent et mettent en place des cycles d'enseignement plus longs (12 périodes de 45 min et plus) que les enseignants vaudois et jurassiens, $p < .001$. Aussi les élèves genevois désirent des cycles d'enseignement plus longs, comparés aux élèves vaudois et jurassiens, $p < 0.001$. Concernant les objectifs de fin de cycle, ils sont davantage définis et annoncés en début de cycle par les enseignants genevois, $p < .001$ et perçus par leurs élèves genevois $p < .001$. Les supports didactiques (e.g., fiches d'observation, TICE, démonstrations), les critères de réussite ou les évaluations diagnostiques et formatives sont également davantage présents et perçus par les élèves dans le canton de Genève, $p < .001$ ou $p < .01$. Les résultats issus des entretiens permettent de montrer que les enseignants du canton de Genève priorisent l'apprentissage moteur en EPS, et que les conceptions et pratiques enseignantes sont plus homogènes dans ce canton. En opposition dans les cantons de Vaud et du Jura, les pratiques enseignantes sont plus diverses, l'apprentissage moteur est souvent secondaire et une plus grande importance est accordée aux compétences sociales, à la santé et au plaisir des élèves en EPS.

Conclusion

En contexte d'évaluation certificative en EPS, comparé aux deux autres contextes (i.e., pas de note, une note non certificative), les enseignants semblent prioriser davantage l'apprentissage moteur ; ceci se retrouve aussi bien au niveau des visées prioritaires que de la longueur du cycle, la définition des objectifs de fin de cycle et de critères de réussite, la mise en place d'évaluations en cours de cycle, l'utilisation de supports didactiques, etc. Aussi nos résultats montrent que l'évaluation certificative en EPS s'accompagne d'une plus grande homogénéité dans les pratiques enseignantes ; ceci peut s'expliquer notamment par des directives cantonales en matière d'évaluation plus précises dans le canton de Genève. Cette étude a permis de faire émerger des différences intercantionales ; néanmoins, cette étude a été réalisée en contexte réelle et d'autres variables que la modalité d'évaluation sommative peuvent influencer les résultats obtenus (e.g., directives cantonales sur l'évaluation, formations initiale et continue des enseignants, etc.). Il faut noter toutefois que les modalités d'évaluation sommative en vigueur en EPS dans le canton influencent également le type de formation promulgué ainsi que les directives cantonales, ce qui limite en partie ces biais. Aussi le croisement des approches (qualitatives et quantitatives) et des personnes interrogées (élèves, enseignants) ont permis d'appréhender au mieux les réalités cantonales. Enfin, ce travail ne permet pas d'appréhender les pratiques effectives et il serait intéressant d'analyser en profondeur les pratiques quotidiennes des enseignants d'EPS dans les trois contextes aux modalités d'évaluation sommative différentes.

Références

- Brau-Antony, S. (2005). L'évaluation comme fait didactique. In S. Brau-Antony & J.-P. Cleuziou (Eds.), *L'évaluation en EPS* (pp. 69-90). Paris : Editions Actio.
- Cogérino, G. (2005). *Filles et garçons en EPS*. Paris : Editions Revue EPS.
- Cogérino, G., & Mnaffakh, H. (2008). Evaluation, équité de la note en éducation physique et "norme d'effort". *Revue Française de Pédagogie*, 164, 111-122.
- Davis, B. (2000), *L'Education physique et sportive: la certification au baccalauréat*. Paris: INRP.
- MacDonald, D., & Brooker, R. (1997). Assessment issues in a performance-based subject: a case study of physical education. *Studies in Educational Evaluation*, 23(1), 83-102.

Les dispositifs didactiques et pédagogiques de développement de la pensée critique en classe d'Éducation Physique et Santé (ÉP.S) selon la perception des enseignants d'ÉP.S. de Sudbury (Ontario).

Georges Kpazai¹ & Kossivi Attiklemé²

¹ Laboratoire de Recherche sur l'Intervention en Activité Physique, École des sciences de l'activité physique, Université Laurentienne, Sudbury (ON), Canada.

² Laboratoire de Didactique des Disciplines (LDD). Institut National de la Jeunesse, de l'Éducation Physique et du Sport (INJEPS), Université d'Abomey-Calavi (Bénin).

gkpazai@laurentienne.ca

Introduction

Depuis plus d'une décennie, le développement de la pensée critique (*critical thinking*) des élèves du primaire et du secondaire est présenté dans la plupart des curricula de formation scolaire (notamment en Amérique du Nord et en Australie) comme un objectif éducationnel prioritaire (Kpazai, 2015; Lodewyk, 2009). Pour l'UNESCO (2009), la pensée critique est une compétence, nécessaire à la vie courante des élèves, et doit être intégrée « à l'ensemble des processus d'apprentissage ». Son utilisation par les élèves améliore leurs habiletés d'apprentissage et permet une meilleure compréhension et vision des phénomènes complexes (Daniel, 2015; Delors, 1996; Kpazai, Daniel & Attiklemé, 2011). Plusieurs curricula organisés en compétences la présentent comme une compétence transversale ou transdisciplinaire, que chaque enseignant, quelle que soit sa discipline d'enseignement, doit développer (Ministère de l'Éducation de la Nouvelle Zélande, 2005; Ministère de l'Éducation de l'Ontario, 2010, 2005). Les enseignants sont ainsi invités à mettre en place des dispositifs didactiques et pédagogiques en vue de développer la pensée critique des élèves. Dans ce contexte, il devient impératif de mener des recherches visant à comprendre les conceptions des enseignants et les outils développés dans différentes disciplines scolaires (Barak & Shakhman, 2008). Ces investigations scientifiques permettront à la fois de mieux saisir les facteurs catalyseurs et/ou obstacles au développement de la pensée critique des élèves lors du processus enseignement-apprentissage.

Méthodologie

La présente communication rend compte d'une recherche réalisée en 2014 auprès d'une dizaine d'enseignants d'ÉPS du primaire et du secondaire de la ville de Sudbury (Ontario). Deux techniques de collectes des données furent utilisées auprès des participants à l'étude: 1) des entrevues individuelles semi-dirigées d'une durée de 30 à 45 mns et 2) deux *focus group* de 60 à 90 mns. Après avoir retranscrit intégralement les enregistrements des entrevues individuelles et des deux *focus group*, nous avons mené une analyse de contenu (Bardin, 1996 ; Mucchielli, 2005).

Résultats

Plusieurs conceptions de dispositifs didactiques et pédagogiques relatives au développement de la pensée critique des élèves en classe d'ÉPS ressortent des propos des enseignants interviewés. Ces conceptions ont été classées en cinq catégories de dispositifs didactico-pédagogiques (DDP) présentées dans le tableau ci-dessous:

DDP 1: À partir d'une action motrice d'un élève, faire par la suite l'analyse de cette action avec l'élève	- Arrêt de la pratique et questionner l'enfant sur ses choix et ses décisions prises - Pendant le jeu, siffler pour arrêter l'activité des élèves, puis leur poser des questions sur les alternatives ou les options à explorer. - La pensée critique se développe et se construit par et dans une situation de pratique globale ou dans une situation globale de jeu. .
DDP 2: Utilisation de la stratégie ACpJ	- Suppression dans un premier temps de la notion de compétence lors de la pratique des élèves.

« Apprendre et Comprendre par le Jeu».	<ul style="list-style-type: none"> - Chercher à comprendre le jeu et de s'éloigner des idées de « gagnant » et de « perdant » et de vivre une expérience de pratique sécuritaire. - Cette étape est centrée sur le développement du plaisir et de la confiance en soi de l'élève - Pas d'idées de jugement de l'élève en regard à sa prestation motrice. - Apprendre aux élèves à prendre des décisions sur quoi faire et comment le faire dans le jeu
DDP 3: Offrir des situations qui donnent des choix différentes de pratique motrice	<ul style="list-style-type: none"> - Donner des défis aux élèves - Mettre les élèves dans des situations où ils ont plusieurs choix à exécuter
DDP 4: Le développement de la PC doit suivre deux étapes	<p>Étape 1: Apprentissage des habiletés motrices de base (avoir une base), (phase de formation et d'exploration)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Développement des habiletés motrices fondamentales - Jeux simples - Jeu pour le plaisir <p>Étape 2: Apprentissage dans des situations complexes de pratique ... Jeux complexes (pensée critique ou la littératie critique)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Les guider dans la réflexion critique (penser à haute voix avec eux); leur montrer ainsi comment penser et se questionner durant la pratique - Leur montrer qu'il existe des scénarios ou des options différentes; les aider à visualiser les différents scénarios. - La p.c., c'est la dernière chose à développer
DDP 5: Des moments de discussion, d'analyse de vidéo, d'étude de cas en groupe	<ul style="list-style-type: none"> - Moments d'informations pendant lesquels les sont invités à partager leurs idées personnelles sur les situations d'enseignement-apprentissage; - Moments d'exploration d'idées nouvelles; - Moments d'évaluation - Etc.

Conclusion

Il ressort de l'analyse des propos des enseignants que la pensée critique en ÉPS se développe à partir des situations d'action et de réflexion sur les actions déployées. Pour ce faire, les dispositifs didactico-pédagogiques à mettre de l'avant, selon les enseignants, sont ceux qui font davantage appel à des stratégies d'enseignement centrées sur les élèves.

Références

- Daniel, M.-F. (2015). Développement d'une pensée critique dialogique: un outil essentiel pour les élèves et pour la professionnalisation des enseignantes et des enseignants. Dans Georges Kpazaï (direction), *Pensée critique et innovations dans la formation universitaire* (207-217). Côte Sainte-Luc, Québec: Éditions Peisaj.
- Kpazaï, G. (2015). Illustrations de la pensée critique dans les pratiques éducatives d'enseignants d'éducation physique et santé (ÉPS) : une piste pour un développement de la pensée critique en formation initiale. Dans Georges Kpazaï (dir.), *Pensée critique et innovations dans la formation universitaire* (p.13- 39). Côte-Sainte-Luc, Québec: Éditions Peisaj.
- Kpazaï, G., Daniel, M.-F. & Attiklemé, K. (2011). Manifestations of Critical Thinking in Health and Physical Education Teachers: An Examination of Three Case Studies. *PHENex Journal*, 3, 1-5
- Lodewyk, K.R. (2009). Fostering Critical Thinking in Physical Education Students. *Journal of Physical Education, Recreation & Dance*, 80(8), 12-18.
- UNESCO (2009). *L'éducation pour tous d'ici 2015*. Document visité en ligne le 4 janvier 2013 sur le site: <http://portal.unesco.org/education/fr>

La conception de la nature et de l'importance de la pensée critique en classe d'éducation physique et sportive au Bénin selon la perspective des enseignants d'ÉPS de Porto-Novo

Georges Kpazai¹ & Kossivi Attiklemé²

¹ Laboratoire de Recherche sur l'Intervention en Activité Physique, École des sciences de l'activité physique, Université Laurentienne, Sudbury (ON), Canada.

² Laboratoire de Didactique des Disciplines (LDD). Institut National de la Jeunesse, de l'Éducation Physique et du Sport (INJEPS), Université d'Abomey-Calavi (Bénin).

gkpazai@laurentienne.ca

Introduction

Les Nouveaux Programmes d'Études du Bénin dont les assises épistémologiques sont enracinées dans les fondements de l'approche par compétences font une place de choix à l'élève comme acteur principal de la construction de son savoir (Agbodjogbé, Attiklemé et Atoun, 2014 ; Agbodjogbé, Amade-Escot et Attiklemé, 2013 ; Attiklemé et Kpazai, 2011). Les enseignants d'ÉPS sont encouragés à développer la pensée critique des élèves afin de les aider à mieux construire leurs différentes compétences scolaires (Atoun et al., 2015). Or, selon le courant de recherche sur la pensée des enseignants (*Teacher Thinking*), les pratiques des enseignants (actions et comportements), lors du processus enseignement-apprentissage, sont largement influencées par ce qu'ils pensent (Calderhead, 1987 ; Tsangaridou, 2008). Tout acte d'enseignement est, par conséquent, le résultat d'une décision consciente ou inconsciente de l'enseignant. Ainsi, les variables cognitives (connaissances, conceptions, croyances, valeurs) des enseignants, selon Calderhead (1987), sont conçues comme des éléments explicatifs de leurs comportements (actions et attitudes) car elles influencent ces dernières. Pour les chercheurs en pédagogie de l'ÉPS intéressés à la pensée critique, la mise en place de tout dispositif didactico-pédagogique susceptible de développer la pensée critique des élèves dépend, en grande partie, de la conception des enseignants (Chen & Cone, 2003; McBride & Xiang, 2004). Par exemple, Gaskins (1994) souligne que pour que les enseignants puissent être capables de développer la pensée critique des élèves, il est indispensable qu'ils comprennent la cognition, prennent conscience de la variété des stratégies cognitives et soient capables d'analyser les composantes de ces stratégies en vue de leur enseignement. Dans ce contexte, connaître les conceptions que se font les enseignants de la pensée critique est nécessaire pour comprendre les conditions de réussite de la formation de la pensée critique chez les élèves à l'intérieur de différentes classes d'enseignement (Barak & Shakhman, 2008). La présente communication, issue d'une recherche empirique, présente la conception d'enseignants béninois d'ÉPS en regard à la nature de cette forme de pensée et à son importance dans l'enseignement de l'ÉPS

Méthodologie

Deux techniques de collectes des données furent utilisées auprès des participants (une vingtaine) à l'étude en vue de connaître leurs conceptions de la nature et de l'importance de la pensée critique en EPS: 1) Des entrevues individuelles semi-dirigées d'une durée de 30 à 45 mns et 2) deux *focus group* de 60 à 90 mns. Toutes les entrevues individuelles et de groupes furent enregistrées sur bande audio. Après avoir retranscrit intégralement les enregistrements des entrevues individuelles et des deux *focus group*, nous avons mené une analyse de contenu (Bardin, 1996 ; Mucchielli, 2005). La conception de la pensée critique mise de l'avant par Mathieu Lipman (2001, 2006) a servi de cadre de référence pour l'analyse des données obtenues.

Résultats

En ce qui concerne les conceptions de la nature de la pensée critique, selon les enseignants, elle peut se résumer ainsi : 1) une habileté de jugement (processus d'analyse et de prise de décision

avant la réalisation d'une action motrice), 2) une faculté de penser à des alternatives ou de croire à la possibilité d'existence d'autres alternatives face à une réalisation motrice (pensée créatrice), 3) un processus de réflexion débutant par une analyse de la situation et se terminant par une prise de position, 4) une faculté de remise en question d'une décision prise préalablement (une pensée réflexive et autocorrective) et 5) un processus de problématisation d'une activité d'apprentissage et d'évaluation.

En termes d'importance de la pensée critique, les enseignants attribuent à la pensée critique les fonctions suivantes : 1) une fonction évaluative (permet de prendre des décisions, des positions), 2) une fonction génératrice, créatrice, productrice, 3) une fonction d'aide au développement de l'intelligence et à la compréhension et 4) une fonction d'aide au développement de l'autonomie et à la responsabilisation de l'élève dans son processus d'apprentissage.

Discussion conclusive

En lien avec la conception de la nature de la pensée critique en ÉPS

La pensée critique est conçue comme une habileté cognitive de niveau supérieur (*Higher order thinking*) (Daniel & Bergmann-Drewe, 1998)

Les conceptions de la nature de la pensée critique n'incluent pas la « dimension affective » reliée à la pensée critique i.e. l'attitude critique (Kpazaï & Attiklemé, 2012)

En lien avec l'importance de la nature de la pensée critique en ÉPS

La pensée critique a essentiellement une fonction instrumentale en ÉPS. Elle est vue à travers une double utilité : 1) un outil de développement personnel de l'élève et 2) un outil indispensable à l'apprentissage et à la construction des compétences des élèves (Kpazaï, 2015).

Références

- Daniel, M.-F. & Bergmann-Drewe, S. (1998). Higher order thinking, philosophy and teacher formation in physical education. *Quest*, 50(1), 33-59
- Agbodjogbé, B., Attiklemé, K., et Atoun, C. (2014). L'implémentation des nouveaux programmes par compétence en EPS au Bénin : une analyse des contenus enseignés. *Questions Vives*, 22, 1-12.
- Agbodjogbé, B., Amade-Escot, C. et Attiklemé, K. (2013). La réforme des curriculums par compétences au Bénin. Le point de vue des acteurs en éducation physique et sportive et en science de la vie et de la terre. *Education et Socialisation*, 34, 1-18.
- Atoun, C., Agbodjogbé, B., Attiklemé, K., Ogueboule, B., et Kpazaï, G. (2015). L'évaluation en sports collectifs selon l'APC dans les collèges de l'Ouémé : le cas de l'enseignement du Volley-ball. *La Recherche en Éducation*, 13,48-65.
- Attiklemé, K. & Kpazaï, G. (2011). Analyse de l'évolution des curriculums de l'enseignement de l'éducation physique et sportive (ÉPS) en République du Bénin de la période coloniale à nos jours. *La Recherche en Éducation*, 16,12-46.
- Chen, W. & Cone, T. (2003). Links Between Children's Use of Critical Thinking and an Expert Teacher's Teaching in Creative Dance. *Journal of Teaching in Physical Education*, 22, 169-185.
- Gaskins, I. W (1994). Classroom applications of cognitive science. Teaching poor readers how to learn, think, and problem solve. In K. McGilly (Ed.), *Classroom Lessons* (pp.129-154). Cambridge, MA: MIT Press.
- Kpazaï, G. (2015). Illustrations de la pensée critique dans les pratiques éducatives d'enseignants d'éducation physique et santé (ÉPS) : une piste pour un développement de la pensée critique en formation initiale. Dans G. Kpazaï (dir.), *Pensée critique et innovations dans la formation universitaire* (pp.13- 39). Côte-Sainte-Luc, Québec: Éditions Peisaj.
- Kpazaï, G. & Attiklemé, K. (2012). Les différentes catégories de conceptualisation de la pensée critique en éducation et en formation. *Annales scientifiques de l'université « Alexandru Ioan Cuza » - Section Sciences de l'éducation*, Volume XVI, 31-44.

Session Orale N°15

***Histoire et sociologie de l'enseignement de l'éducation
physique***

(Modérateur : Thierry Michot)

Des carrières de femmes qui enseignent l'Éducation Physique en Irlande

Élise Awáida Carton

Laboratoire CETAPS (EA 3832), UFR STAPS, Université de Rouen.

helwizz@gmail.com

Dans cette communication, je justifierai mon intérêt pour l'étude des carrières des femmes professeures d'Éducation Physique à Dublin en mettant l'accent sur le corps qui est en jeu. Le concept de carrière, pris dans le sens de Howard S. Becker, me permettra de mettre en lumière les étapes et les évolutions des carrières des femmes interrogées. Cependant, la carrière individuelle est construite socialement et elle est liée à des événements économiques, politiques et historiques. L'inscription de l'histoire individuelle dans l'histoire collective permet d'aborder l'enjeu d'être femme à Dublin lorsqu'il est question de construire sa carrière, de donner du sens à son engagement professionnel, de se définir par rapport à une continuité ou à des ruptures. Comment et pourquoi ces femmes s'engagent-elle dans une profession où le corps est en jeu ? Quelles sont les modalités de cet engagement dans l'enseignement de l'EP ?

Dans le cadre d'une démarche socio-anthropologique, je tenterai d'analyser le discours que ces femmes enseignantes d'EP portent sur leur carrière professionnelle, en m'appuyant particulièrement sur des éléments comme la place du corps, le sens qu'elles donnent à leur conduite, aux choix de carrière et la façon avec laquelle elles traitent les stéréotypes dans leur mode d'enseignement. Je m'inscris dans une perspective compréhensive dans la mesure où je cherche à « comprendre par l'interprétation l'activité sociale et par là expliquer causalement son déroulement et ses effets ». A l'heure de l'écriture de ce document, j'ai réalisé 7 entretiens compréhensifs à Dublin. Mon corpus se construit selon la méthode « boule de neige » caractérisée par la prise en compte des propositions des enquêtées : à la fin de chaque entretien, j'ai demandé si elle connaissait une / des enseignante(s) d'EP susceptible(s) d'être intéressée(s) par un entretien. Cette démarche est inductive et s'inspire de la méthode de l'École de Chicago qui vise à être attentif aux phénomènes sous-jacents, émergents ; dans ma recherche, ces phénomènes sont : l'engagement corporel dans l'EP, les interactions enseignante/élèves (garçons et/ou filles), les différences hommes/femmes et garçons/filles, les nœuds et les obstacles dans les carrières, à Dublin. Quelles sont les valeurs que les actrices attachent à l'EP ? Quel rapport ont-elles avec le sport ? L'EP est-elle défini comme espace du masculin ? Promouvoir l'EP est-il une forme d'émancipation pour la femme à Dublin ? Les femmes qui enseignent l'EP ont incorporé certaines normes de genre. Dans leurs pratiques pédagogiques avec des élèves filles et/ou garçons ainsi que dans leurs interactions sociales avec leurs collègues hommes, comment les enseignantes d'EP s'y prennent-elles avec les normes de genre et les « prêts-à-penser » ? Comment ces femmes voient-elles leur mission, leurs responsabilités, leurs « rôles interactionnels » sur la scène éducative ? Transmettent-elles une vision particulière de la société, de la femme et du corps à travers leurs enseignements ?

Les données recueillies montrent, d'une part, qu'il est difficile d'être enseignante d'EP à Dublin et ce, pour plusieurs raisons : il a fallu que les femmes que j'ai interrogées s'exilent pour faire leurs études, il existe peu de postes d'enseignant disponibles et cela freine la mobilité professionnelle, certaines enseignantes rencontrent peu de soutien de la part de l'administration de leur établissement scolaire, les ressources disponibles ne correspondent pas toujours aux besoins des enseignantes. D'autre part, le rôle des femmes qui enseignent l'EP se révèle être important dans l'installation de cette discipline comme discipline à part entière dans le programme et le système scolaires irlandais. Ces premiers résultats évoquent d'autres questionnements comme par exemple :

en quoi ces enseignantes d'EP irlandaises sont-elles des « femmes d'action »⁴ ? Seraient-elles des femmes « comme les autres » ? Auraient-elles investi l'EP comme « espace (du) féminin » ?

Références

- Becker, H. S. (1963). *Outsiders: Studies in the Sociology of Deviance*. New York: The Free Press.
- Butler, J. (1990). *Gender Trouble. Feminism and the subversion of identity*. New York : Routledge.
- Hastings, D. (2011). L'ethnographie irlandaise : lieux et place du terrain d'enquête. *Ethnologie française*, Vol.14, 209-214.
- Tatu-Colasseau, A., Vieille-Marchiset, G. (2010). « Comment devient-on dirigeante d'une association sportive locale ? Des processus de transmission à l'œuvre en lien avec les rapports sociaux de sexe », STAPS 2010/4 (n°90).
- Weber, M. (1971). *Economie et société*. Paris : Plon.

⁴ Loïc Szerdahelyi a soutenu sa thèse intitulée "« Femmes d'action ». Parcours d'enseignantes d'EPS en France, des recrutements séparés à la mixité des concours (1941-1989)" le 11 juin 2014, à 9h, à l'Institut des Sciences de l'Homme (ISH Lyon)

Effet de l'application du système LMD sur la compétence de gestion de classe chez les étudiants stagiaires en éducation physique.

Mohamed Sami Bouzid¹, Maher Mrayeh², Jean-François Desbiens³ et Nizar Soussi⁴

¹ Institut Supérieur de l'Éducation et de la Formation Continue de Tunis (ISEFC)

² Institut Supérieur du Sport et de l'Éducation Physique de Ksar-Said (ISSEP).

³ Université de Sherbrooke.

⁴ Laboratoire de recherche « optimisation des performances sportives » Centre national de médecine et des sciences dans le sport (CNMSS).

med.sami.bouzid@gmail.com

Introduction

Le système universitaire tunisien a connu récemment des changements structuraux profonds. Dans le secteur de l'éducation physique et sportive (ÉPS), l'adoption d'un nouveau cursus de formation des enseignants d'ÉPS s'est traduite par la substitution du cursus Maîtrise, lequel prévoyait quatre années de formation par le cursus « licence-master-doctorat » (LMD) d'une durée de trois ans. Pour le Ministère de l'enseignement supérieur tunisien, il fallait aligner tout le système universitaire de formation avec celui des pays européens. Cette orientation ministérielle avait entre autres objectifs la professionnalisation de la formation (Journal officiel de la République Tunisienne (JORT) du 30 /9/2008 N°79). Dans cette perspective, la plupart des chercheurs qui s'intéressent à la formation des enseignants affirment que les compétences professionnelles se développent en milieu pratique (Roux-Perez, 2006; Serres, Ria, Adé et Sève, 2006). Parmi ces compétences, la gestion de classe est d'une importance considérable, tant sur le plan de la qualité de l'enseignement que sur celui de l'apprentissage des élèves (Martineau, Gauthier et Desbiens, 1999). Selon Martin et Baldwin (1996), une gestion de classe efficace permet de créer un climat d'apprentissage sain, centré sur les élèves mais aussi d'optimiser le temps d'apprentissage (Archambault et Chouinard, 2003).

L'application de la réforme LMD s'est traduite par une diminution du temps consacré à la formation initiale passant ainsi de 3120 heures à 2268 heures pour le nouveau système LMD. Le nombre d'heures alloué au stage pédagogique a aussi considérablement diminué passant de 182 heures à 112 heures.

Compte tenu de l'application du système LMD et de ses répercussions sur la formation pédagogique des enseignants d'ÉPS, il s'avère pertinent de remettre en question sur la compétence des nouveaux stagiaires en matière de gestion de classe.

Dans cette perspective, l'objectif de ce travail était de recueillir les perceptions d'experts quant aux répercussions des changements curriculaires sur les compétences manifestées par les stagiaires au regard de la gestion de classe.

Méthodologie

Pour réaliser cette étude, nous avons opté pour une approche méthodologique mixte faisant appel à des données qualitatives. Dans un premier temps, un entretien semi-dirigé a été réalisé auprès de huit volontaires, quatre inspecteurs pédagogiques (Karim, Naceur Malek et Lydia [pseudonyme]) et quatre superviseurs pédagogiques (Raouf, Seif, Nadia et Syrine [pseudonyme]), experts dans le suivi des enseignants stagiaires issus de l'ancien régime bac+4 et du régime actuel LMD. Les participants interviewés ont une connaissance approfondie des deux programmes concernés. Le choix de ces participants a été fondé sur les recommandations de la direction de l'Institut supérieur du sport et de l'éducation physique de Tunis (ISSEP) ainsi que sur la suggestion de certains formateurs qui confirment leurs compétences et leur dévouement à la formation initiale au sein des ISSEP. Les entretiens ont permis de recueillir les perceptions des experts sur les changements apportés aux programmes d'éducation physique et sportive par la réforme LMD et sur

leurs répercussions sur les compétences manifestées par les stagiaires au regard de la gestion de classe. L'analyse des entretiens a d'abord consisté à transcrire des entrevues en verbatims puis à les analyser à l'aide de la procédure d'analyse inductive générale (Blais et Martineau, 2006).

Résultats

Les résultats présentés dans cette étude qui aborde à la fois l'application du système LMD dans le cursus de formation universitaire des ISSEP et les pratiques de stagiaires en enseignement de l'ÉPS, suggèrent que la diminution du temps consacré à la pratique engendrée par l'application du cursus LMD est associée à de plus faibles habiletés à gérer efficacement la classe chez les étudiants stagiaires en fin de formation initiale LMD. En abordant le sujet des répercussions du LMD sur le stage pédagogique et notamment sur la gestion de classe, un des experts précise que face à une telle diminution du temps consacré à la formation, plus particulièrement au stage de pédagogie pratique, il est évident que le temps n'est pas suffisant pour construire et développer une compétence comme la gestion de classe chez les étudiants. Un autre expert précise que :

Le volume horaire actuel consacré au stage de pédagogie pratique est très insuffisant, par conséquent l'étudiant qui reçoit une formation très théorique ne peut donc passer à l'application de cet apport théorique sur le plan pratique. Avec 56 heures par semestre, le système LMD ne peut pas former des enseignants efficaces, d'autant plus que pratiquement il n'est pas question de 56 heures mais de beaucoup moins (Raouf, 2, 39-42).

Nous concluons que les étudiants stagiaires du système LMD ne démontrent pas les habiletés et les stratégies nécessaires à l'établissement et au maintien d'un environnement favorisant l'enseignement et l'apprentissage comparativement à leur homologues de l'ancien régime Maîtrise (bac+4).

Références

- Blais, M. et Martine au, S. (2006). L'analyse inductive générale : description d'une démarche visant à donner un sens à des données brutes. *Recherche Qualitative*, 26(2), 1-18.
- Desbiens, J.F (2006). La gestion de classe: contextes et perspectives. *Formation et profession. Bulletin de CRIFPE*, 13(1), 6-8.
- Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique de Tunisie (2008). *Journal Officiel de la République Tunisienne (JORT)*. Décret fixant le cadre général du régime des études du système LMD, 79, 3093-3098.
- Roux-Perez, T. (2006). Représentation du métier d'enseignant et rapport à la formation chez les étudiants en STAPS : une identité professionnelle en construction. *Revue STAPS*, 73, 57-69.
- Serres, G., Ria, L., Adé, D. et Sève, C. (2006). Apprend-on vraiment à intervenir en formation initiale? Prémisses du développement de l'activité professionnelle dans les dispositifs de formation en alternance. *Revue STAPS*, 72, 9-20.

De la tutelle de l'UGSEL à la reconnaissance universitaire. La formation des enseignantes d'éducation physique de l'enseignement catholique dans les Pays de la Loire (1963-1979)

Doriane Gomet¹

¹ Laboratoire « Violences, Identités, Politiques & Sports » (EA 4636), Université de Rennes 2
genevieve.cabagno@univ-rennes2.fr

Introduction

Le développement des centres de formation d'enseignants ne peut se comprendre sans considérer les contextes culturel et social dans lesquels ils prennent place. La création des premiers IREP (1927) est indissociable du souci de régénérescence des corps, comme l'ouverture du CNMA (1941) est une réponse à la volonté politique de participer à l'émergence d'hommes nouveaux au service de l'idéologie de Vichy. Cette recherche, ancrée dans les Années 1960 et 1970, revient sur l'histoire du Centre Féminin d'EPS (CFEPS) dit « de la Barre », ancêtre de l'actuel Institut de Formation en EPS d'Angers. En 20 ans, ce qui n'était au départ qu'une petite succursale de l'École Normale Éducation Physique Féminine Catholique (ENEPFC) de Paris voit sa population étudiante se multiplier, ses maquettes se redessiner et son positionnement institutionnel s'affirmer. Le contexte socioculturel explique-t-il, à lui-seul, cette implantation rapide ? Qu'en est-il des décisions et stratégies des acteurs directement ou indirectement impliqués ?

Cadre théorique

Le cadre théorique retenu se nourrit des travaux en sociologie des organisations (Ballé, 2009) et plus particulièrement du concept de « système ouvert » établi par Richard Scott. La notion d'environnement permet de saisir les risques encourus et les contraintes subies par l'organisation comme les opportunités qui s'offrent à elle. Elle engage par ailleurs une réflexion sur les réseaux dont elle est susceptible de disposer. Outre cette dimension exogène, l'analyse repose sur une perspective plus endogène, octroyant aux acteurs, à leur logique, à leurs stratégies une place centrale. En cela, si les travaux de M. Crozier et E. Friedberg (1977) sont centraux, ceux de Avner Greif (2006) offrent des perspectives intéressantes

Sur le plan historique, l'étude prend appui sur les recherches d'Antoine Prost (1992, 2004, 2013) consacrées à l'histoire de l'enseignement et celles de Bruno Poucet (2009, 2013) et Sabine Monchambert (1993) concernant l'histoire spécifique de l'enseignement privé. Les analyses traitant de l'histoire des structures de formation et des diplômes en éducation physique du public de P. Néaume (1980), de B. Michon (1983) ainsi que celles, plus récentes, de J. Saint-Martin et B. Caritey (2006) ont permis de situer le centre dans son contexte institutionnel. L'article que T. Froissart consacre à l'ILEPS (2011), l'institut parisien ouvert en 1944 dans l'optique de former des hommes au métier d'enseignants d'EPS du privé, permet de comprendre le système de formation du privé catholique et les enjeux traversant son existence. En complément, les recherches sur l'UGSEL de F. Hoche pied (2005, 2009, 2011) et celles de L. Munoz sur la FSCF (2003, 2009, 2012) offrent des éléments capitaux pour comprendre les relations entre les différentes organisations du sport catholique en France.

Méthodologie

Les archives exploitées proviennent de l'IFEPSA (Angers, 49), de la congrégation Saint-Charles d'Angers, de l'université catholique de l'ouest (UCO, Angers, 49), de l'UGSEL du Maine-et-Loire et des archives nationales du monde du travail (ANMT, Roubaix). Dans le premier figurent les dossiers scolaires des étudiantes comme les descriptifs des maquettes et des évaluations. Dans le second ont été trouvés des éléments sur les premières années d'existence du centre. À travers les archives de l'UGSEL régionale, il est possible de retracer les réseaux locaux du centre. À l'UCO, ce

sont surtout des documents administratifs tels que des rapports de conseil d'administration, des comptes rendus de réunions, des courriers qui ont été exploités. Les archives de Roubaix comprennent des courriers échangés entre l'UGSEL et le centre. Ce travail initial a été complété par douze entretiens : quatre auprès d'anciennes étudiantes et huit auprès de personnes ayant été en fonction au sein du centre (la comptable, cinq enseignants, deux sœurs).

Résultats

Cette étude permet de constater à quel point le développement d'une organisation ne peut se comprendre qu'en croisant les dynamiques d'acteurs avec les conjonctures nationales et locales. Né de la volonté des milieux catholiques angevins de répondre à la pénurie locale d'enseignantes d'EPS, le centre dépend, durant ses premières années d'existence, de l'UGSEL, fédération habilitée à délivrer des diplômes reconnus par l'État. Si cette dépendance lui octroie une légitimité, elle ne lui permet guère de se développer, ce qui pousse son principal responsable, F. Grandière, à s'autonomiser progressivement au prix de soucis financiers importants. Le rattachement à l'UCO, favorisé par la mutation de celle-ci, elle-même provoquée par la loi Faure permet de résoudre ce problème tandis que s'en profile un nouveau : l'universitarisation des formations d'enseignants d'éducation physique. La création des UEREPS en 1969 puis la mise en place des DEUG et licence STAPS après la loi Mazeaud interrogent directement le centre, devenu Institut de Formation en EPS (IFEPS) en 1973. Pariant sur la nécessité de se mettre en conformité totale avec les formations délivrées dans le public, F. Grandière rompt tout lien avec l'UGSEL et entreprend d'établir des conventions avec des universités publiques, choix qui s'avère décisif pour la survie de l'établissement.

En somme, les vingt premières années d'existence du centre dépendent tant du contexte dans lequel il évolue que des choix opérés par les acteurs, et notamment de son principal gestionnaire. Animé d'une volonté farouche de voir le centre se développer, ce dernier use systématiquement de son réseau de relation personnel. Membre de l'Union d'Anjou (section masculine de la FSCF), impliqué dans l'UGSEL départementale, employé initialement par le Cours Saint-Charles, proche du sénateur du Maine-et-Loire, Jean Sauvage, il bénéficie, il est vrai, d'un rayonnement local précieux.

Références

- Froissart, T. (2011). La formation professionnelle des enseignants d'éducation physique des établissements catholiques. Dans B. Poucet, *L'Etat et l'enseignement privé. L'application de la loi Debré* (pp. 149-168). Rennes: PUR.
- Hochepped, F. (2012). *Athlètes de Dieu : Naissance de l'Union Générale et Sportive de l'Enseignement Libre*. Paris: Atlantica sport.
- Poucet, B. (2009). *La liberté sous contrat. Une histoire de l'enseignement privé*. Paris: Fabert.
- Prost, A. (1992). *Education, société et politiques. Une histoire de l'enseignement de 1945 à nos jours*. Paris: Seuil.
- Saint-Martin, J., & Caritey, B. (2006). Le singulier pluriel des formations initiales. Dans M. Attali, *L'univers professionnel des enseignants d'éducation physique* (pp. 9-37). Paris: Vuibert.

Compétences pédagogiques et expertise sociale : les enseignants d'EPS dans l'espace scolaire

*Bruno Papin*¹

Centre Nantais de Sociologie. (CENS - FRE CNRS 3706)¹

bruno.papin@univ-nantes.fr

Introduction

L'Éducation Physique occupe une position paradoxale dans l'espace scolaire. Stabilisée dans le socle des disciplines scolaires depuis la fin du XIX^{ème} siècle à la posture régulièrement confortée (Arnaud, 1989 ; Attali, 2002 ; Attali, Saint-Martin, 2010), la place de cette discipline est aussi controversée. La spécificité de l'EPS dans la hiérarchie des disciplines et le poids objectif des savoirs scolaires disciplinaires aux examens, dans les passages en classes supérieures ou dans les orientations objectivent une forme de position dominée dans l'institution scolaire. Arnaud Sébilleau (2011) explore largement cette perspective d'une discipline dominée pour caractériser la position des enseignants eux-mêmes au sein de l'espace scolaire. Les origines sociales des professeurs d'EPS comparées à celles des enseignants des autres disciplines, leurs parcours scolaires plus laborieux, leur appétence limitée aux études supérieures seraient autant d'indicateurs explicatifs de leur positionnement. Dominés dans l'espace scolaire, les enseignants d'EPS le seraient aussi au regard des parents et des enfants qui préfèrent largement l'offre de pratiques sportives et les modalités proposées en dehors de l'école, et ce d'autant que les familles sont issues des classes sociales favorisées. Pour autant, plusieurs travaux récents nuancent cette ligne explicative et repèrent des caractéristiques sociales et scolaires des enseignants d'EPS comparables à celles de leurs collègues des autres disciplines (Bret, 2009 ; Papin, 2013 ; Vilbrod, 2013).

L'enjeu de l'étude est d'interroger la place de l'enseignant d'EPS dans l'espace scolaire au regard de ses pratiques professionnelles. Dans une institution scolaire où les disciplines sont hiérarchisées selon un ordre établi (Bourdieu et Passeron, 1970), l'enseignant d'EPS occupe une place privilégiée qui repose sur une expertise au sein de l'école à la fois revendiquée et reconnue par la communauté scolaire. En mettant en avant un rapport pédagogique où la fonction éducative est posée comme première, une meilleure connaissance des élèves, une expertise dans la pédagogie, une relation presque intime avec les élèves qui repose sur un mode de communication spécifique, l'enseignant d'EPS trouve là une source de valorisation et de légitimité.

Méthodologie

L'analyse proposée repose sur un travail empirique qui croise différents types de protocoles. Le premier est une enquête par questionnaires effectuée en 2011 auprès des enseignants d'EPS de l'Académie de Nantes (560 questionnaires renseignés) qui autorise une lecture approfondie de leurs dispositions sociales sportives et scolaires. Le noyau dur du travail empirique prend appui sur un travail qualitatif composé d'entretiens semi-directifs auprès d'enseignants d'EPS (30) mais aussi d'enseignants des autres disciplines et des personnels de Direction (30). L'objectif des entretiens était de solliciter des récits de pratiques détaillés autour des moments de vie, significatifs de leurs pratiques professionnelles. De manière complémentaire, un travail d'observation ethnographique des contextes d'exercice du métier d'enseignant dans 8 établissements scolaires (3 collèges, 3 lycées et 2 lycées professionnels) a été réalisé sur la durée (3 semaines à raison de 1 journée par semaine sur les différents établissements). L'enjeu était de notifier les interrelations entre les professeurs et les élèves, les professeurs entre eux et avec les différents personnels, les tenues, les comportements durant les cours et ce qui l'entourent, ainsi que les évènements en dehors des cours (salle des professeurs, conseils de classes, réunions parents professeurs, interours, réunions, discussions informelles, ...). Enfin un travail d'analyse des appréciations des bulletins scolaires formulés par les enseignants des différentes disciplines a été effectué, l'enjeu étant alors de prendre la mesure des potentielles différences de perception du métier d'enseignant selon les disciplines.

Constats et Hypothèse

Les enseignants d'EPS classent la fonction éducative comme une mission essentielle du métier d'enseignant lorsque les autres enseignants privilégient plus fréquemment la transmission du savoir (Esquieu et Lopes, 2003). Nous pouvons voir là l'expression d'un groupe professionnel dominé dans l'institution scolaire, que ce dernier tend à compenser par des stratégies de mise en forme scolaire qu'il faut lire dans les stratégies déployées par les enseignants de cette discipline au quotidien (formalisation des cours, des évaluations aux normes scolaires, engagement dans les missions collectives, ...). Objectivement dominés au regard de l'ordre établi entre les disciplines scolaires, les enseignants d'EPS s'accordent, comme en atteste la récurrence des propos recueillis dans les entretiens, leurs engagements dans des projets pédagogiques, leurs interventions dans les conseils de classes ou encore dans les formulations des avis sur les bulletins scolaires, une sorte de monopole des compétences pédagogiques et d'une connaissance presque intime des élèves au prétexte d'engager ces derniers dans des situations qui les mobilisent « corps et âme ». A la manière des aides soignantes dans l'espace hospitalier qui revendiquent le monopole de la connaissance intime des malades (Arborio, 1996), une compétence relationnelle est mise en avant par les enseignants d'EPS pour caractériser et valoriser sa mission par rapport aux autres enseignants, à priori, moins concernés par la connaissance plurielle de l'élève dont les fonctions de transmissions disciplinaires sont soulignées. Alors que cette vision peut largement se discuter dans la mesure où les autres enseignants sont confrontés à des situations pédagogiques tout aussi complexes, la place originale de l'enseignant d'EPS dans l'espace scolaire se présente, selon un processus de retournement, comme une ressource pour valoriser sa position et ainsi être une source de satisfaction et de valorisation.

Conclusion

La connaissance intime des élèves et les qualités pédagogiques qu'ont les enseignants d'EPS sont en réalité une connaissance des individus impliqués dans des situations d'apprentissage décalées des conditions scolaires de l'enseignement des autres disciplines. L'enseignant d'EPS mobilise dans ce contexte des aptitudes spécifiques. C'est en ce sens qu'il est seul détenteur de compétences pratiques qui fondent en partie son discours sur le monopole de la connaissance des élèves, et qui fait en quelque sorte, un expert de la pédagogie à l'école.

Références

- Arborio A.M., (1996). Savoir profane et expertise sociale. Les aides soignantes dans l'institution hospitalière. *Genèses*. (p 87-106)
- Arnaud P., (1989). Contribution à une histoire des disciplines. *Revue française de pédagogie*. (p. 29-34)
- Attali M., (2002). L'EPS à l'Education Nationale. Contribution syndicale au développement d'une discipline scolaire. *Carrefour de l'éducation*. (p. 94 à 108).
- Attali M., Saint-Martin J., (2010). L'évaluation en EPS. Entre légitimité disciplinaire et défis culturels (1959 – 2009). *Les sciences de l'éducation. Pour l'ère nouvelle*. (p 55 à 81).
- Bourdieu P., Passeron J.C., (1970). *La reproduction. Eléments d'une théorie du système d'enseignement*. Paris. Le sens commun.
- Bret D., (2009). Le professeur d'éducation physique et sportive (EPS) : un enseignant comme les autres ? *Carrefour de l'éducation*, (p 117-130).
- Esquieu N., Lopes A., (2003). La diversité des profils et des métiers d'enseignants. *Education et formations*, p. 133-145.
- Papin B., (2013). Devenir enseignant d'EPS : une vocation ? in Fuchs J., Vilbrod A., Autret E., Enseignant d'EPS : un métier en mutation. *Editions EPS*.
- Sébileau A., (2011). Le monopole professoral en question. Le cas de l'éducation physique en France. *Actes de la Recherche en sciences sociales*. (p 70 à 83).
- Vilbrod A., (2013). Les professeurs en EPS : portrait social d'un groupe bien intégré. in Fuchs J., Vilbrod A., Autret E., Enseignant d'EPS : un métier en mutation. *Editions EPS*.

Programmation des APSA et pratiques extrascolaires des élèves d'un établissement d'excellence : l'EPS reproduit-elle la culture corporelle de l'élite lycéenne ?

Sarah Pochon

Laboratoire Sherpas - URePSSS - Université d'Artois

Sarah.pochon@ac-lille.fr

Cette communication est fondée sur des travaux doctoraux consacrés à l'analyse de l'enseignement de l'Education Physique et Sportive (EPS) au sein d'un lycée d'excellence⁵. L'enjeu est de décrire, à partir d'une démarche inductive et dans une perspective monographique, une EPS encore peu connue et presque invisible dans les recherches actuelles, en s'appuyant sur des enquêtes de terrain (passations directes de questionnaires, observations *in situ* et entretiens semi-directifs) tournées en priorité vers les élèves et les enseignants d'EPS.

L'ambition originelle de ces recherches est de porter une attention non plus sur des terrains d'enseignement où les élèves sont en difficulté et/ou en échec scolaire, mais sur des contextes scolaires au sein desquels les élèves n'atteignent pas simplement la réussite mais l'excellence scolaire. Les intérêts se révèlent multiples.

D'abord, identifier, de manière générale, dans quelle mesure une institution d'excellence joue un rôle (dans son fonctionnement, dans son contexte scolaire général) sur l'intégration par les élèves d'aspects «*comportementaux et moraux*» particuliers qu'ils font «*qu'ils exécutent leur métier d'élève et acceptent les règles du jeu scolaire*» (Duru-Bellat et Van Zanten, 2006). Alors la transposition, à d'autres établissements dits «*difficiles*» de certaines des composantes de cet «*effet-établissement*» (Cousin, 1993) pourrait s'envisager.

Ensuite, les observations menées au sein des leçons d'EPS de trois niveaux de classes (Seconde, Première, Terminale) durant un cycle complet d'activité physique, sportive et artistiques (APSA), mais aussi les entretiens réalisés avec les onze enseignants en poste dans l'établissement (travail encore en cours), relèveraient d'un enjeu davantage de nature pédagogique puisque ces matériaux recueillis conduiraient à identifier des procédures qualitatives qui participeraient à l'efficacité de l'enseignement et à la réussite des élèves en EPS. Alors, de la même façon, une transposition de ces procédures d'enseignement à d'autres contextes éducatifs plus «*difficiles*» pourrait être envisagée et réfléchie.

Enfin, il semble intéressant d'évaluer non seulement la place qu'occupe l'EPS au sein d'une institution d'excellence en comparaison aux autres disciplines scolaires, mais d'évaluer aussi le sens attribué à l'EPS par les élèves, véritables «*élite lycéenne*». Les élèves s'investissent-ils dans les leçons à des fins stratégiques dans le seul but d'assurer l'obtention de la plus haute mention au baccalauréat ou bien ont-ils conscience de l'acquisition de savoirs réutilisables ? Et que font les enseignants des APSA support des leçons ? Leur traitement didactique se conforme-t-il à la logique de performance et d'excellence scolaire prédominante et revendiquée par l'institution elle-même⁶ ?

Si «*l'EPS est une discipline à part entière et entièrement à part*» (Hébrard, 1986) au sein du système éducatif, l'intérêt est ici d'éclairer la corporation à la fois sur les représentations qu'ont les élèves de l'EPS mais aussi sur les «*modalités de pratiques valorisées*» (Combaz et Hoibian, 2009) par les enseignants afin de rendre compte de la culture corporelle transmise en EPS dans un lycée d'élite.

La proposition de communication s'appuie sur cette dernière perspective d'analyse et

⁵ Cette thèse de Sciences et Techniques des Activités Physiques et Sportives est menée au sein du Sherpas (URePSSS) sous la direction de Williams Nuytens (Université d'Artois). Elle repose sur des enquêtes réalisées dans le lycée Henri IV à Paris.

⁶ «*L'ouverture et l'excellence*» sont les deux grands axes du projet d'établissement du lycée Henri-IV (Bulletin de rentrée scolaire du lycée Henri-IV du 2 au 7 septembre 2013).

propose d'interroger la façon dont les APSA sont programmées dans le cadre du projet EPS du lycée Henri-IV pour questionner la culture corporelle qui y est transmise.

Dans un premier temps, la communication visera à exposer la nature des APSA programmées en liant les injonctions programmatiques de la discipline et les choix des enseignants opérés au regard de facteurs multiples que constituent les conditions de pratique, les infrastructures et les consensus de l'équipe pédagogique.

Dans un deuxième temps, en prenant appui sur les 586 questionnaires recueillis⁷ auprès de la population lycéenne, l'exposé invitera à comparer les pratiques extrascolaires des élèves (60% pratiquent une activité dans un cadre formel), avec les activités support de la discipline. L'analyse mettra en évidence un recrutement social homogène par le haut (pour exemple, près de 30% des chefs de familles sont cadres de la fonction publique et/ou occupent des professions intellectuelles et artistiques, 22% occupent des professions libérales et 12% sont cadres d'entreprises) et des pratiques sportives tournées prioritairement vers la danse (10%) et le tennis (10%).

Alors, la synthèse des résultats conduira, dans un troisième et dernier temps, à discuter de l'existence ou non d'une « reproduction » (Bourdieu et Passeron, 1964) en EPS et par l'EPS de la culture corporelle des classes dominantes, accentuant par là, les inégalités scolaires.

L'objet de la communication consistera donc à porter un regard sociologique sur l'EPS enseignée auprès de l'élite scolaire et posera comme perspective des interrogations relatives aux formes de pratiques valorisées par les enseignants susceptibles d'influencer une forme d'excellence corporelle.

Références

- Bourdieu, P. & Passeron, J.C. (1971). La reproduction. Eléments pour une théorie du système d'enseignement, *Revue française de pédagogie*, vol. 15 (1), 39-44.
- Combaz, G. & Hoibian, O. (2009). La légitimité de la culture scolaire mise à l'épreuve. L'exemple de l'éducation physique et sportive dans le second degré en France. *Education et sociétés*, 23, 189- 206.
- Duru-bella, M. & Van Zanten, A. (1999). Sociologie de l'école. Paris, Armand Colin. (Collection U. Sociologie), [2^{ème} éd.].
- Hébrard, A. (1986). L'EPS, réflexion et perspectives, Coédition Revue STAPS & Revue EPS, Paris.
- Cousin, O. (1993). L'effet établissement. Construction d'une problématique. *Revue française de sociologie*, 34-3, 395-419.

⁷ Donnée quantitative qui n'est pas figée et qui atteindra 627 au moment du 16^{ème} Congrès de l'ACAPS.

Mardi 27 Octobre 2015

17 h 30 – 18 h 45

**Session de
communications orales**

Session Orale N°16

Vieillessement

(Modérateur : Thibault Deschamps)

Evolution de l'activation du cortex préfrontal au cours de la tâche exécutive n-back chez des jeunes adultes et seniors

Nounagnon F. Agbangla, Michel Audiffren, Jean Pylouster & Cédric T. Albinet

Centre de Recherches sur la Cognition et l'Apprentissage » (CeRCA - CNRS UMR 7295), Faculté des Sciences du Sport, Université de Poitiers.

nounagnon.frutueux.agbangla@univ-poitiers.fr

Introduction

Au cours de la dernière décennie, la spectroscopie proche de l'infrarouge (fNIRS) est très utilisée chez les seniors pour examiner l'activité métabolique du cerveau durant des tâches cognitives plus ou moins complexes (Albinet et al., 2014; Laguë-Beauvais et al., 2013). Mais ces différentes études ont utilisé rarement plus de deux niveaux de complexité. Les travaux récents d'Albinet et al. (2014) montrent chez les femmes seniors une corrélation entre les données comportementales et l'activation du cortex préfrontal uniquement durant le premier niveau de complexité, mais pas lors du niveau le plus complexe. De plus, aucune de ces études n'a effectué deux mesures de la condition contrôle pour s'assurer de son réel statut de contrôle. Il apparaît donc utile d'utiliser au moins un troisième niveau de complexité et d'effectuer deux mesures de la condition contrôle afin d'examiner d'une part s'il existe ou pas un effet plafond de l'activation du cortex préfrontal en fonction de la complexité. Et d'autre part, pour vérifier la qualité de la tâche contrôle. Le but de la présente étude est donc d'évaluer la tâche contrôle mais aussi de caractériser les patrons d'activation du cortex préfrontal chez des adultes jeunes et des seniors de plus de 60 ans en manipulant 3 niveaux de complexité de la tâche n-back qui mesure la fonction de mise à jour de la mémoire de travail.

Méthode

34 participants (17 jeunes adultes [18-22 ans] et 17 seniors [62-75 ans]), ont effectué trois conditions différentes de la tâche n-back (1, 2, 3-back) et une tâche contrôle (0-back) avant et après ces trois tâches expérimentales. Lors de la tâche n-back, le participant doit décider le plus précisément et le plus rapidement possible si la lettre qu'il voit apparaître à l'écran est déjà apparue n-essais auparavant (1 ou 2 ou 3 essais auparavant en fonction des conditions). Par contre dans la condition contrôle, le participant doit simplement dire si oui ou non la lettre qu'il voit à l'écran est un « X ». Au cours de chaque condition qui durait 150 secondes, la fNIRS (8canaux) a permis d'enregistrer continuellement au niveau du cortex préfrontal dorsolatéral et ventrolatéral les changements de concentration d'oxyhémoglobine ($\Delta[\text{HbO}_2]$) et de déoxyhémoglobine ($\Delta[\text{HHb}]$) en $\mu\text{mol.cm}$ avec une fréquence d'acquisition de 10 Hz et une distance inter-optode de 3.5 cm. Cette acquisition a été faite au niveau des deux hémisphères cérébraux. En plus de ces données neurophysiologiques, des mesures de nature comportementale (le temps de réponse (TR) et le taux de réussite de la tâche n-back) ont été effectuées ainsi qu'une mesure subjective de la perception de la difficulté de la tâche par l'échelle de Delignières et al., (1994). Les moyennes des données comportementales et neurophysiologiques des jeunes adultes et des seniors sont comparées. De même, les relations possibles existant entre les données comportementales et les mesures neurophysiologiques sont examinées par des analyses corrélationnelles.

Résultats

La comparaison des mesures comportementales montre que la difficulté subjective [$F(1,32)=17.06$; $p<0.05$; $\eta^2=0.34$] et le temps de réponse (TR) [$F(1,32)=15.33$; $p<0.05$; $\eta^2=0.32$] diminuent entre la 0-back1 et la 0-back2 chez les jeunes ainsi que chez les seniors. De plus le TR des seniors est significativement plus élevé que celui des jeunes [$F(1,32)=67.5$; $p<0.05$; $\eta^2=0.67$]. En ce qui concerne le taux de réussite les deux groupes s'améliorent mais cette amélioration n'est significative que dans le groupe des seniors [$F(1,32)=7.459$; $p<0.05$; $\eta^2=0.18$]. Une seconde analyse effectuée sur le TR, le taux de réussite et la perception de la difficulté en fonction de la

complexité de la tâche montre que la perception de la difficulté augmente de façon linéaire dans les deux groupes [$F(3,96)=192.75$; $p<0.05$; $\eta^2=0.85$]. Quant au taux de réussite, l'interaction entre le groupe et le niveau de complexité est significative [$F(3,96)=3.67$; $p=0.014$; $\eta^2=0.1$]. Le même résultat est observé au niveau du TR [$F(3,96)=5.64$; $p=0.001$; $\eta^2=0.14$] (Voir tableau 1). Enfin, il existe d'une part, une corrélation positive entre la perception de la difficulté et le TR ($r=0.5$; $p<0.05$) et d'autre part une corrélation négative entre le taux de réussite et la difficulté perçue ($r=-0.7$; $p<0.05$). Quant aux paramètres hémodynamiques qui sont en cours de traitement, on s'attend à ce que dans les deux groupes, $\Delta[\text{HbO}_2]$ augmente significativement au niveau du cortex préfrontal en fonction de la complexité de la tâche. De plus, $\Delta[\text{HbO}_2]$ devrait être plus important chez les jeunes que chez les seniors.

Tableau 1 : Temps de réponse, taux de réussite et difficulté perçue des jeunes et des seniors en fonction de la complexité de la tâche n-back.

	0-back1	1-back	2-back	3-back	0-back2
TR (ms) jeunes	393±42	403±67	506±122	582±187	360±46
TR (ms) seniors	526±50	622±154	871±265	975±345	503±71
Taux de réussite					
Jeunes	0.97±0.03	0.97±0.02	0.91±0.07	0.81±0.06	0.98±0.02
Seniors	0.88±0.17	0.94±0.03	0.82±0.14	0.70±0.14	0.98±0.02
Difficulté perçue					
Jeunes	3±2	4±2	8±2	10±2	2±1
Seniors	5±2	6±2	9±2	12±2	3±1

Conclusion

La première analyse montre que comparativement aux jeunes, les seniors améliorent significativement leur taux de réussite entre la 0-back1 et 0-back2 ce qui s'expliquerait par un effet de nouveauté. Ce résultat suggère qu'un essai d'entraînement est nécessaire pour les seniors même pour la tâche contrôle. Les résultats de la deuxième analyse montrent que les seniors perçoivent plus difficiles les différentes conditions de la n-back que les jeunes adultes. De même, ils mettent plus de temps que les jeunes pour réaliser la tâche n-back au fur et à mesure que celle-ci devient difficile. Quant au taux de réussite, il diminue significativement en fonction de la complexité de la tâche dans les deux groupes et cette diminution est plus prononcée chez les seniors. Nos résultats comportementaux montrent bien l'effet de l'âge sur les performances comportementales. Quant aux résultats hémodynamiques on devrait observer conformément au modèle CRUNCH (Reuter-Lorenz & Cappell, 2008) une sur-activation compensatoire (activation bilatérale) du cortex préfrontal chez les seniors contrairement aux jeunes qui vont plus solliciter le cortex préfrontal droit en fonction de la complexité (Vermeij et al., 2012).

Références

- Albinet, C.T., Mandrick, K., Bernard, P.L., Perrey, S., & Blain, H. (2014). Improved cerebral Oxygenation response and executive performance as a function of cardiorespiratory fitness in older women: a fNIRS study. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 6:272. Doi: 10.3389/fnagi.2014.00272.
- Delignières, D., Famoso, J.P., & Genty, J. (1994). Validation d'une échelle de catégories pour la Perception de la difficulté. *Revue S.T.A.P.S*, 34, 77-88.
- Laguë-Beauvais, M., Brunet, J., Gagnon, L., Lesage, F., & Bherer, L. (2013). A fNIRS investigation of switching and inhibition during the modified Stroop task in younger and older adults. *Neuroimage*. 1(64), 485-95.
- Reuter-Lorenz, P.A., Cappell, K.A. (2008). Neurocognitive aging and the compensation hypothesis. *Current Directions in Psychological Science*. 177-182.

Analyse de la contribution de l'information cutanée plantaire dans le contrôle postural en fonction de l'âge et de la pratique physique

Julien Maitre¹, Thierry Paillard¹

¹ Laboratoire « Activité Physique, Performance et Santé » (EA 4445), Université de Pau et des Pays de l'Adour

maitre.julien@univ-pau.fr

Introduction

La peau est une interface complexe, innervée par un grand nombre de neurones sensoriels sensibles à la température, à la douleur et à la pression. L'information sensorielle cutanée renseigne l'individu sur l'environnement et participe au contrôle de son équilibre postural. En effet, comme le pied interagit directement avec le sol, les afférences cutanées émanant de la sole plantaire fournissent une information sur la distribution des pressions plantaires pendant le maintien de la station debout. La sole plantaire peut être considérée comme une carte dynamométrique (Kavounoudias et al., 1998). Pour maintenir une posture érigée, le système nerveux central (SNC) intègre les afférences cutanées avec les autres afférences, principalement visuelles, vestibulaires et proprioceptives afin d'initier une commande motrice permettant un ajustement permanent de la position des segments corporels (Massion, 1994). Dans un contexte où une perturbation exogène modifie la position des segments corporels et compromet l'équilibre postural, le SNC développe des mécanismes permettant de compenser le déséquilibre postural induit par cette perturbation (i.e. stratégie posturale compensatoire et recalibration de l'entrée sensorielle). Un contrôle de l'équilibre postural performant requiert la disponibilité et l'intégrité des afférences sensorielles. Cependant, avec l'avancée en âge, les différents systèmes impliqués dans le contrôle de l'équilibre subissent des involutions qui peuvent altérer la capacité d'équilibration (Sturnieks et al., 2008). Néanmoins, bien que les effets délétères du vieillissement affectent le contrôle de l'équilibre postural, les stimulations itératives des différents systèmes sensoriels, liées à la pratique régulière d'une activité physique, permettent de préserver la capacité fonctionnelle de ces systèmes (Li & Manor, 2010). Avec l'avancée en âge, les modifications structurelles et fonctionnelles qui interviennent au niveau du pied (e.g. réduction de l'amplitude de mouvement de la cheville, diminution de la force de flexion plantaire et altération de la sensibilité tactile) peuvent altérer la capacité d'équilibration d'un individu (Menz et al., 2005). Puisque la pratique régulière de l'activité physique génère des adaptations de la capacité d'équilibration qui sont opposées à celles induites par l'avancée en âge, il conviendrait de clarifier la résultante entre les bénéfices induit par l'activité physique et les effets délétères liés au vieillissement dans un contexte écologique. L'objectif de cette étude était donc de comparer la capacité d'équilibration de sujets jeunes et âgés, de statuts physiques différents (i.e. actif et non-actif) dans deux conditions sensorielles cutanées plantaires différentes (i.e. surface dure et surface molle).

Méthode

Deux groupes de sujets jeunes et âgés qui pratiquaient une activité physique régulière munis de chaussures, en club 3 fois par semaine (> 3 heures par semaine), [i.e. le groupe « jeune actif » (n = 17 ; 20,5 ± 1,1 ans) et le groupe « âgé actif » (n = 17 ; 74,0 ± 3,8 ans)] et deux groupes de sujets jeunes et âgés qui ne pratiquaient aucune activité physique depuis au moins 3 ans [i.e. le groupe « jeune non-actif » (n = 17 ; 20,0 ± 1,3 ans) et le groupe « âgé non-actif » (n = 17 ; 74,7 ± 6,3 ans)] ont participé à cette étude. Le contrôle postural de ces 4 groupes a été évalué au moyen d'une plateforme de force dans 2 conditions pendant 20 secondes. Une condition d'équilibre bipodal de référence (les yeux ouverts sur une surface dure) et une condition d'équilibre bipodal sur une surface molle (i.e. les yeux ouverts sur une surface en mousse d'une épaisseur de 15 mm et d'une masse volumique de 70 kg.m⁻³). Les paramètres de surface et de vitesse (dans le plan frontal « CP_X » et le plan sagittal « CP_Y ») de déplacement du centre de pression des pieds ont été calculés et comparés entre les 4 groupes. Les effets conditions (référence et mousse), âge (jeune et âgé) et

activité (actif and non-actif) ont été testés au moyen d'une ANOVA à trois facteurs avec mesures répétées.

Résultats

En condition de référence le CP_Y présentait une différence significative entre les groupes ($F=9,3$; $p<0,001$). Le CP_Y était plus élevée pour les deux groupes de sujets âgés (i.e. les groupes âgé actif et âgé non-actif) que pour les deux groupes de sujets jeunes (i.e. les groupes jeune actif et jeune non-actif) (figure 1 b). Par ailleurs, les paramètres de surface ($F=82,4$; $p<0,001$) et de CP_Y ($F=110,4$; $p<0,001$) ont significativement augmenté pour les 4 groupes de sujets dans la condition mousse par rapport à la condition de référence (figure 1 a et b). De plus, des interactions condition \times âge significatives indiquaient que les paramètres de surface ($F=7,5$; $p<0,01$) et de CP_Y ($F=25,0$; $p<0,001$) augmentaient davantage pour les deux groupes de sujets âgés que pour les 2 groupes de sujets jeunes (figure 1 a et b).

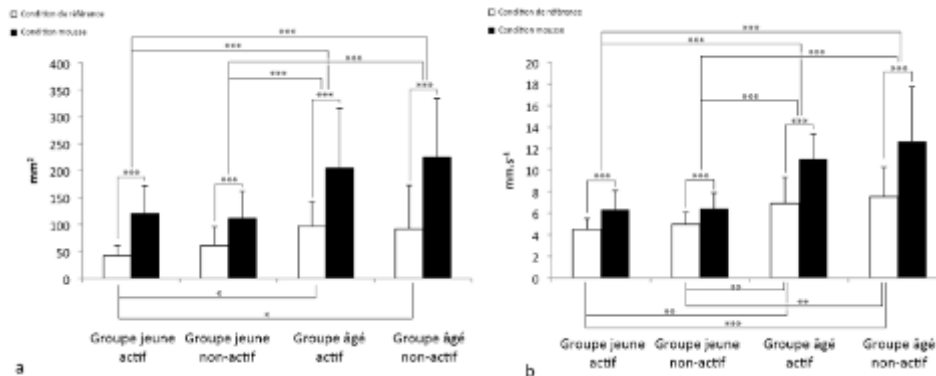


Figure 1. Surface (a) et vitesse dans le plan sagittal (CP_Y) (b) de déplacement du centre de pression des pieds. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

Discussion

En condition de référence, les 2 groupes de sujets âgés présentaient un contrôle postural moins efficace que les 2 groupes de sujets jeunes. Par ailleurs, le contrôle postural était davantage affecté pour les 2 groupes de sujets âgés que pour les 2 groupes de sujets jeunes dans la condition mousse par rapport à la condition de référence. Deux raisons pourraient expliquer les différences de comportement postural observées entre les groupes. D'une part, cela pourrait être lié à une incapacité, pour les sujets âgés, à utiliser les afférences visuelles, vestibulaires et proprioceptives avec la même efficacité que les sujets jeunes, pour compenser l'altération posturale induite par le changement de la surface d'appui (i.e. surface en mousse). D'autre part, les involutions structurelles et fonctionnelles qui interviennent au niveau du pied avec l'avancée âge pourraient réduire la capacité à détecter la modification des pressions plantaires chez les sujets âgés. Ces résultats suggèrent que l'activité physique pratiquée traditionnellement avec chaussures ne stimulerait pas suffisamment les pressorécepteurs pour contrecarrer les effets du vieillissement sur la sensibilité cutanée plantaire. Il conviendrait d'étudier les effets de l'activité physique pratiquée en condition pieds nus dans une optique de prévention de la perte de sensibilité cutanée plantaire.

Références

- Kavounoudias, A., Roll, R., & Roll, J. P. (1998). The plantar sole is a 'dynamometric map' for human balance control. *NeuroReport*, 9(14), 3247-3252.
- Li, L., & Manor, B. (2010). Long term tai chi exercise improves physical performance among people with peripheral neuropathy. *American Journal of Chinese Medicine*, 38(3), 449-459.
- Massion, J. (1994). Postural control system. *Current Opinion in Neurobiology*, 4(6), 877-887.
- Menz, H. B., Morris, M. E., & Lord, S. R. (2005). Foot and ankle characteristics associated with impaired balance and functional ability in older people. *Journals of Gerontology*, 60(12), 1546-1552.
- Sturnieks, D. L., St George, R. & Lord, S. R. (2008). Balance disorders in the elderly. *Neurophysiologie Clinique/Clinical Neurophysiology*, 38(6), 467-478.

Cognitive and sensorimotor factors associated with visual field dependence in the context of aging

Catherine P Agathos^{ab}, Delphine Bernardin^b, Delphine Huchet^b, Anne-Catherine Scherlen^b, Christine Assaiante^c, Brice Isableu^a

^a Paris-Sud University, UR CIAMS EA 4532 – Motor Control & Perception Team, Orsay, France

^b Essilor International, R&D, Visual System, Paris, France

^c CNRS - Aix-Marseille University, Laboratory of Cognitive Neuroscience, Marseille, France
catherine.agathos@u-psud.fr

Introduction

Reliance on the visual frame of reference (FoR) for spatial orientation (visual field dependence) has been reported to increase with age. This has implications on old adults' daily living tasks as it affects attention, stability and adaptation capacities. We sought to establish whether factors that are both known to degrade with age and important for spatial orientation and sensorimotor control, namely reliance on the egocentric (proprioceptive-based) FoR, visual fixation stability and divided and selective attentional processing of complex visual scenes (useful field of view), were associated with increased visual field dependence in old age. Alterations of the body schema with age (Boisgontier & Nougier, 2013) could indicate reduced reliance on the egocentric FoR. The proprioceptive chain linking the eye to the foot (Roll & Roll, 1988), contributes to egocentric referencing. The ability to maintain a stable gaze may thus affect the exploitation of the egocentric FoR as well as visual information processing. In addition, visual fixation instability reduces performance in complex tasks requiring peripheral visual information gathering and limitations in peripheral perception affect stability in old adults (Manchester et al, 1989). Finally, the shrinking of the useful field of view (UFOV) with age affects daily living tasks of old adults as it implies both peripheral visual sensory and cognitive decline (Wood & Owsley, 2013).

Methods

Twenty young adults (YA, 31.7 ± 6.4 years), eighteen middle-aged adults, (MA, 51.5 ± 5.6 years) and twenty old adults (OA, 74.1 ± 3.7 years) participated in the study. Three tests of visual field dependence were performed: the Group Embedded Figures Test (GEFT), the Rod and Frame Test (RFT) and the Rod and Disc Test (RDT). The Rod and Body Test (RBT) assessed egocentric dependence. In the GEFT one must find and manually trace hidden forms embedded within complex figures in a set time. The number of missed/incorrect items out of 18 was measured. The RFT, RDT and RBT are subjective vertical estimation tests where participants must align a tilted rod to vertical. The error between the adjusted rod and the true vertical was recorded in degrees. The RFT and RDT assess the effect of a tilted frame and rotating disc, respectively, on the subjective vertical. The RBT assesses the contribution of body orientation cues in subjective vertical as the test is performed with the body erect (BE) and the body tilted (BT) laterally at 70° . Small errors in the BE and large errors in the BT condition (Kaptein & Van Gisbergen, 2005) reveal greater egocentric dependence. The difference between errors in the BT and the BE condition was hence calculated and used in our analyses. Visual fixation instability (VFI) was evaluated using a microperimeter. Participants fixated a centrally displayed cross during 30 s. VFI was quantified by calculating a bivariate contour ellipse area encompassing 68% of fixation points. UFOV was evaluated with the 3 subtest version of the Useful Field Of View® Test. We were interested in the UFOV 2 (divided attention) and 3 (selective attention) subtests as measures of peripheral visual processing ability and attention. Scores for each subtest (ms) indicate the visual processing speed required for each task. ANOVAs were used to examine age group differences, while Pearson correlations were used to examine relationships between different test performances.

Results

Visual field dependence increased with age while egocentric dependence decreased, as illustrated in Table 1. Greater visual field dependence was significantly correlated to reduced egocentric dependence. There was a negative correlation between the RBT and the RFT ($R^2 = 0.28, p = 0.000$), RDT ($R^2 = 0.33, p = 0.000$) and GEFT ($R^2 = 0.32, p = 0.000$). Visual fixation stability and UFOV were found to decrease with age as seen in Table 1. VFI was positively correlated to display duration necessary to complete UFOV 2 ($R^2 = 0.23, p = 0.000$) and UFOV 3 ($R^2 = 0.15, p = 0.003$). Finally VFI correlated positively with the RFT ($R^2 = 0.28, p = 0.000$) and RDT ($R^2 = 0.25, p = 0.000$), and negatively with the RBT ($R^2 = 0.20, p = 0.000$), while UFOV correlated positively with all visual field dependence tests (GEFT - UFOV 2: $R^2 = 0.30, p = 0.000$; GEFT - UFOV 3: $R^2 = 0.36, p = 0.000$; RFT - UFOV 2: $R^2 = 0.39, p = 0.000$; RFT - UFOV 3: $R^2 = 0.36, p = 0.000$; RDT - UFOV 2: $R^2 = 0.20, p = 0.000$; RDT - UFOV 3: $R^2 = 0.27, p = 0.000$).

Table 1: Summary of all evaluations for each age group.

Age Group	GEFT (missed items)	RFT Error (°)	RDT Error (°)	RBT <i>BT-BE</i> Error (°)	Fixation Ellipse Area (minarc ²)	UFOV 2 (ms)	UFOV 3 (ms)
YA	1 ± 1	2.1 ± 0.8	1.9 ± 0.8	14.5 ± 5.8	347.91 ± 234.47	23.9 ± 14.3	60.7 ± 26.2
MA	8 ± 6*	3.0 ± 1.6	3.3 ± 1.6*	10.9 ± 5.5	438.93 ± 258.76	28.6 ± 27.5	92.8 ± 39.7
OA	12 ± 5*†	7.0 ± 3.8*†	4.9 ± 2.0*†	6.0 ± 4.3*†	682.46 ± 443.46*	140.8 ± 91.0*†	239.5 ± 111.9*†

*: significant difference compared to YA; †: significant difference compared to MA

Conclusion

We have shown that greater visual field dependence is associated with reduced ability to exploit the egocentric FoR with age. Results revealed changes in middle-age, suggesting a progressive shift with age. In addition, larger inter-individual variability was observed amongst old adults. Greater visual field dependence amongst old adults may signify an *over-reliance* on visual information due to age-related deficits (as in the functions we evaluated), regardless of the appropriateness of using the visual frame of reference in a given setting. This would mean that, constrained by age effects, not only is the visual FoR not exploited in an optimal manner, but also that shifting reliance to another, more appropriate FoR is more difficult. The correlations with increased visual field dependence support this idea. On the one hand, reduced visual fixation stability and UFOV affect how visual information is perceived and processed. On the other, the diminished attention capacity (measured with the UFOV test) and reliability of egocentric cues (revealed via the RBT and fixation task results) may make it more difficult to dynamically switch from one FoR to another according to the environment and task demands.

References

- Boisgontier, M. & Nougier V. (2013). Ageing of internal models: from a continuous to an intermittent proprioceptive control of movement. *AGE*, 35(4), 1339-1355.
- Kaptein, R. G. & Van Gisbergen, J. A. M. (2005). Nature of the Transition Between Two Modes of External Space Perception in Tilted Subjects. *Journal of Neurophysiology*, 93(6), 3356-3369.
- Manchester, D., Woollacott, M., Zederbauer-Hylton, N. & Marin, O. (1989). Visual, Vestibular and Somatosensory Contributions to Balance Control in the Older Adult. *Journal of Gerontology*, 44(4), M118-M127
- Roll, J. P. & Roll, R. (1988). From eye to foot: a proprioceptive chain involved in postural control. In B. Amblard, A. Berthoz & F. Clarac (Eds.), *Posture and gait* (p.p. 155-164). Amsterdam: Elsevier.
- Wood, J. M. & Owsley, C. (2013). Useful field of view test. *Gerontology*, 60, 315-318.

Interaction between BDNF Polymorphism and Physical Activity on Episodic Memory in Elderly

Anne Canivet¹, Cédric Albinet¹, Nathalie André¹, Jean Pylouster¹, Montserrat Rodríguez Ballesteros², Alain Kitzis² & Michel Audiffren^{1,3}

¹Centre de Recherche sur la Cognition et l'Apprentissage - CeRCA (UMR CNRS 7295), University of Poitiers

²Laboratoire CiMoTheMA – EA 3808, Groupe « Génétique des maladies rares », University of Poitiers and Laboratoire de Génétique, Poitiers University Hospital

³Maison des Sciences de l'Homme et de la Société (USR CNRS 3565), University of Poitiers
anne.canivet@univ-poitiers.fr

Introduction

Old age is often accompanied by functional and structural changes of the central nervous system. In normal aging the decrease of hippocampal volume is associated with the episodic memory decline (Charlton, Barrick, Markus, & Morris, 2010). However, studies demonstrated that regular physical activity (PA) was associated with greater volume of hippocampus and better memory performance (Bherer, Erickson, & Liu-Ambrose, 2013). According to these authors, the relationship between exercise and cerebral health could be explained by the neurotrophic hypothesis, implicating the brain-derived neurotrophic factor (BDNF) released during exercise. The secretion of this protein is under the control of polymorphic gene (BDNFVal66Met) which transcribes different versions of protein. The deleterious variant of this gene (Met allele) decreases the protein level, leads to a worse cognitive performance and predicts lower hippocampal volume (Miyajima et al., 2008). So, we can hypothesize a link between the influence of BDNF Val66Met and PA on episodic memory because both are involved in BDNF production. More specifically, we hypothesize that Met carriers who practice exercise will perform better on episodic memory tasks than their sedentary counterpart.

Method

199 volunteers with MMSE ≥ 24 , older than 54-year-old, took part in the “PRAUSE” survey (Poitou-Charente, France). We established 4 groups of participants as a function of physical activity level (above and below 7.5 METs-h/week, recommendation from the world health organization) and polymorphism BDNF profile (Met Carriers vs. Val Homozygous) (see Table 1). Deoxyribonucleic acid (DNA) of each participant was collected with buccal swabs. DNA fragments containing each polymorphism were amplified by polymerase chain reaction (PCR). We used 2 questionnaires, the Historical Leisure Activity Questionnaire (HLAQ) and the Physical Activity Rating (PA-R) to appraise physical activity level. General cognition has been evaluated with the Mini Mental State examination (MMSE) and episodic memory with the Logical Memory test of the MEMIII battery.

Procedure - The survey took place at home with every subject during two sessions of 1.5 to 2-hour period each.

Table 1: Characteristics of the participants

GROUPS	Active Val/Val	Active Met carrier	Inactive Val/Val	Inactive Met carrier	PA and BDNF effects
Subjects (number)	52	49	62	36	
Age (SD)	70.01 (7.80)	69.58 (6.92)	77.42 (9.42)	73.03 (9.54)	PA*
Gender M/F	23 /29	32/17	45/17	16/20	PA*, BDNF*
MMSE max=30 (SD)	28.33 (1.42)	28.08 (1.57)	27.55 (1.84)	28.47 (1.52)	PA x BDNF*
Education years (SD)	10.65 (3.06)	10.96 (3.61)	9.81 (3.76)	11.25 (3.91)	-

Note: PA* = significant main effect of PA; BDNF* = significant main effect of BDNF polymorphism; PA x BDNF* = significant interaction between PA and BDNF

Results

In order to examine whether there is an interaction between BDNF polymorphism and PA on episodic memory performance, we conducted an analysis of covariance with BDNF polymorphism and PA level as between-subjects factors and age, gender and level of education as covariates. As expected, PA level interacted with BDNF polymorphism on episodic memory performance: $F(1.188) = 5.223$, $p < .05$ (see Figure 1). A post-hoc Bonferroni test showed that there was a significant difference between Inactive and Active Val homozygous whereas the difference between Inactive and Active Met carriers did not reach significance.

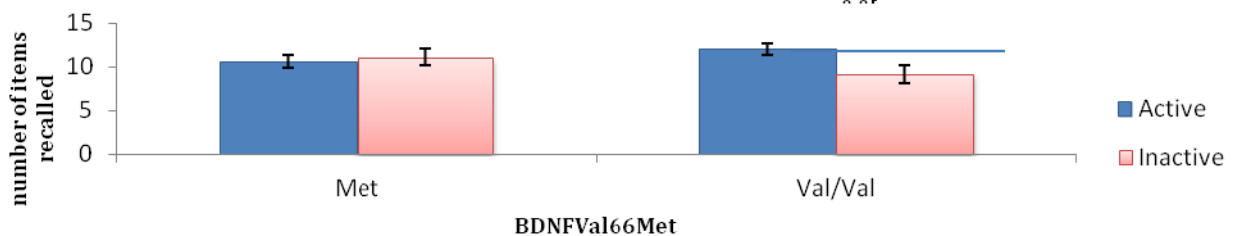


Figure 1. Interaction between BDNF Polymorphism (Met vs. Val/Val) and Physical Activity (active vs inactive) on Episodic Memory Performance.

Discussion

Our initial hypothesis considered that Met carriers release less BDNF protein and then must take advantage to the positive effect of PA on BDNF secretion. In that way, we expected that active Met carriers perform better than inactive Met carriers and Val/Val homozygous. Results showed that our initial hypothesis was not verified. However, as expected there was a significant interaction between PA and BDNF on episodic memory. This interaction shows that regular PA is associated to better episodic memory for Val homozygous subjects only and converges with Brown *et al.* (2014) study showing that Active Val homozygous received greatest benefits from PA regarding larger hippocampal grey matter volume. This interaction strongly suggests that PA and BDNF polymorphism share a common mechanism influencing episodic memory and hippocampal volume. It could be considered that exercise-induced BDNF secretion is more efficient in Val homozygous rather than in Met carriers. In a phylogenetic perspective, it would be interesting to examine the link between: (1) the benefit of the Val homozygote genotype for brain BDNF secretion, hippocampal volume and episodic memory performance; (2) the fact that the Val homozygote BDNF genotype is the wild-type genotype; (3) and the fact that our Homo sapiens ancestors had to be highly active for their survival.

References

- Bherer, L., Erickson, K. I., & Liu-Ambrose, T. (2013). A Review of the Effects of Physical Activity and Exercise on Cognitive and Brain Functions in Older Adults. *Journal of Aging Research*, 2013, 657508.
- Brown, B. M., Bourgeat, P., Peiffer, J. J., Burnham, S., Laws, S. M., Rainey-Smith, S. R., . . . Martins, R.N. (2014). Influence of BDNF Val66Met on the relationship between physical activity and brain volume. *Neurology*, 83(15), 1345-1352.
- Charlton, R. A., Barrick, T. R., Markus, H. S., & Morris, R. G. (2010). The relationship between episodic long-term memory and white matter integrity in normal aging. *Neuropsychologia*, 48(1), 114-122.
- Miyajima, F., Ollier, W., Mayes, A., Jackson, A., Thacker, N., Rabbitt, P., Pendleton, N., Horan, M., Payton, A. (2008). Brain-derived neurotrophic factor polymorphism Val66Met influences cognitive abilities in the elderly. *Genes Brain and Behavior*, 7(4), 411-417.

Session Orale N°17

Analyse de l'activité et performance sportive

(Modérateur : Olivier Girard)

Évolution des caractéristiques physiologiques, neuromusculaire et de la perception de l'effort durant un match de badminton

Michael Phomsoupha¹, Guillaume Laffaye¹, Stéphane Ibrahime¹ & Anne-Marie Heugas¹

¹ Laboratoire « Contrôle Moteur et Perception » (EA 4042), Université Paris-Sud
michael.phomsoupha@u-psud.fr

Introduction

Un match de badminton est caractérisé par des mouvements rapides du tronc et du bras dominant et des changements de direction des appuis (Phomsoupha & Laffaye 2015). La sollicitation énergétique en badminton est la combinaison de la filière anaérobie (30%) avec des échanges courts et de la filière aérobie (60-70%) avec des échanges longs à intensité moyenne ou forte (Faccini & Dal Monte 1996). Aucune étude à ce jour n'a étudié les variations neuromusculaires et physiologiques au cours d'un match.

Le but de cette étude est de caractériser l'évolution des variables physiologiques et l'altération de la fonction musculaire au cours d'un match de badminton prolongé. Nous faisons l'hypothèse qu'une heure de match induit une diminution progressive de la puissance neuromusculaire des membres inférieurs et des membres supérieurs distaux ainsi que des variables physiologiques.

Méthode

Douze joueurs élités (25,3 ± 3,2 ans, niveau national, 7,1 ± 3,2 heures d'entraînement par semaine) ont effectué un match filmé de 60 minutes pendant lesquels les paramètres physiologiques, de perception de l'effort et neuromusculaires étaient enregistrés soit en continu, soit toutes les 10 minutes. Les variables notationnelles du match étaient analysées à partir des vidéos à postériori (le temps de jeu effectif et la fréquence des échanges). La puissance des membres inférieurs était estimée par une série de squat sautés (SJ), de sauts avec contremouvement (CMJ) et de sauts avec rebonds (SR) enregistrés par un accéléromètre (Myotest©). La force des membres distaux supérieurs (« hand grip » et « finger grip ») était enregistrée à l'aide d'un dynamomètre électronique (Camry EH-101©). Les caractéristiques anthropométriques ont été mesurées par une balance à impédance. La perception de l'effort (RPE rate of perceived exertion) est déterminée à partir de l'échelle de Borg (de 6 -repos- à 20 -fatigue extrême-) selon les sensations perçues au niveau cardiorespiratoire « RPE central » et au niveau musculaire (membres inférieurs) « RPE périphérique ».

Résultats

Le temps de jeu effectif moyen était de 248,9 ± 39,3 s (41% du temps de jeu total) et les échanges duraient 5,8 ± 1,4 s.

Tableau 1. Évolution des différentes variables au cours du match. Valeurs en moyenne. *p<0,05 ; **p<0,01 ; ***p<0,001)

Variables	Repos	Fin du Match	Différence
Lactate (mmol.L ⁻¹)	1,7	6,2	+364%**
SJ hauteur (cm)	34	31	-9%*
CMJ hauteur (cm)	39	35	-11%*
Indice de réactivité	3,6	3,4	-5%
Raideur mécanique (kN.m ⁻¹ .kg ⁻¹)	5,5	5,2	-5%
Hand grip (N.kg ⁻¹)	5,7	5,0	-14%**
Finger grip (N.kg ⁻¹)	1,9	1,7	-11%
RPE central	7	15	+214%***
RPE périphérique	7	15	+214%***

A la fin du match, la masse corporelle a diminué de $1,3 \pm 0,6$ kg, correspondant à $1,6 \pm 0,7$ % au poids de corps. La fréquence cardiaque moyenne était de 168 ± 13 batt.min⁻¹, soit 85% de leur fréquence cardiaque maximale mesurée lors d'un test d'effort (test navette du Luc Léger 1984) et le taux de lactate moyen était de $5,7 \pm 3,8$ mmol.L⁻¹. La fréquence cardiaque est resté élevé et constant durant tout le match, alors que la perception de l'effort (centrale et périphérique) augmentait linéairement au cours du temps (passant de 7 à 15). La plus grande diminution de la performance s'est située sur les membres distaux supérieurs (Tableau 1).

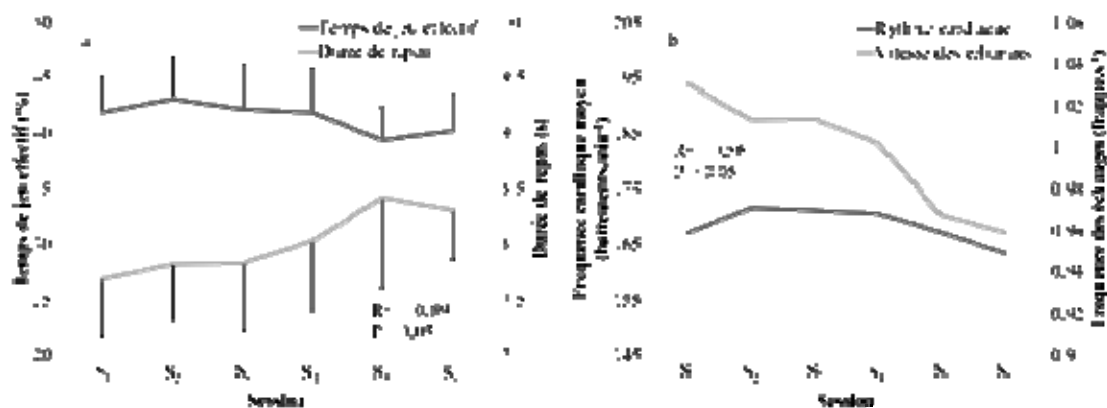


Figure 1. a. Durée de repos et temps de jeu effectif moyen durant chaque session
b. Fréquence cardiaque et vitesse des échanges durant chaque session

Discussion

Les caractéristiques temporelles sont proches de l'étude de Cabello et al. (2004), où l'échange moyen durait 7,3 s, avec un temps effectif de jeu de 37% et une fréquence cardiaque de 172 batt.min⁻¹. Le temps de jeu effectif moyen diminue durant le match alors que la durée de repos augmente (figure 1a). La fréquence des échanges entre les joueurs diminue au cours des sessions et est corrélée avec la fréquence cardiaque $R^2 = 0.5$ suggérant un lien entre les variables neuromusculaires sur le jeu (figure 1b). Au cours du match, les échanges sont moins intenses, s'expliquant par deux phénomènes tactiques de récupération : une augmentation du service long pour gagner du temps et une augmentation des trajectoires ascendantes ($p < 0,05$). Le maintien d'une fréquence cardiaque élevée aussi bien dans les temps de jeu que pendant la récupération, permet de limiter la sollicitation du métabolisme anaérobie, de préserver la resynthèse de la phosphocréatine et la recharge de la myoglobine ou hémoglobine musculaire nécessaire au maintien d'une haute efficacité neuromusculaire dans la durée.

Conclusion

La fatigue qui s'installe au cours d'un match est visible à travers une altération des fonctions neuromusculaires des membres supérieurs et inférieurs, une augmentation du taux de lactates lié à une sollicitation anaérobie et de la perception de l'effort. L'évolution de la fréquence cardiaque, des caractéristiques neuromusculaires et de la perception de l'effort prouvent que les joueurs sont plus affectés par les variables neuromusculaires que par les variables cardiaques.

Références

- Cabello, D., Padiar, P., Lees, A. & Rivas, F. (2004). Temporal and physiological characteristics of elite women's and men's singles badminton. *International Journal of Applied Sports Sciences*, 16(2), 1-26.
- Faccini, P. & Dal Monte, A. (1996). Physiologic demands of badminton match play. *American Journal of Sports Medicine*, 24(6), 64-66.
- Phomsoupha, M. & Laffaye, G. (2015). The science of badminton: game characteristics, anthropometry, physiology, visual fitness and biomechanics. *Sports Medicine*, 45(4), 473-95.

Réponses physiologiques en cyclo-cross : étude préliminaire

Théo Ouvrard¹, Alain Gros Lambert¹ & Fred Grappe¹

¹ EA4660 Département Sport – Santé C3S – Plateforme COPS, Université de Franche-Comté, Besançon, France
ouvrard.to@gmail.com

Introduction

De nombreuses études ont analysé les demandes physiologiques des compétitions en cyclisme sur route. Que ce soit par l'analyse de la fréquence cardiaque (FC ; Padilla et *coll.*, 2001 ; Rodriguez-Marroyo et *coll.*, 2010) ou de la puissance développée (P ; Vogt et *coll.*, 2007), ces travaux ont montré que les courses en cyclisme sur route comprenaient principalement des efforts à intensité modérée ou faible. A l'inverse, les courses de VTT sont réalisées sur des durées plus courtes et présentent une part importante d'efforts à intensité élevée (Impellizeri et *coll.* 2007).

En dépit de la grande popularité du cyclo-cross, aucune étude à notre connaissance ne s'est encore intéressée aux caractéristiques physiologiques de cette discipline. L'objectif de cette étude est d'analyser les réponses cardiaques (FC) et biomécaniques (P) en cyclo-cross. Les épreuves de cyclo-cross durent entre 30 et 60 minutes selon les catégories. Elles se déroulent sur des routes, des chemins et des prés, entrecoupés de divers obstacles où les participants peuvent être amenés à descendre de vélo. Nous émettons l'hypothèse selon laquelle les compétitions de cyclo-cross seraient principalement caractérisées par des P élevées et des FC supérieures à 90 % de FCmax.

Méthodes

Un cycliste de niveau national (18 ans, PMA = 6,14 W/kg) a réalisé 2 cyclo-cross en compétition nationale officielle. Il était équipé d'un cardiofréquencemètre (Garmin, Olathe, États-Unis) et d'un capteur de puissance (Schoberer Rad Messtechnik, Jülich, Allemagne) sur sa bicyclette personnelle. Les zones d'intensité du sujet en termes de P ont été déterminées à l'aide de la méthode du Profil de Puissance Record (Pinot et Grappe, 2011) : intensité faible (IF, P inférieure aux records de puissance développée, RP, sur 4 h) ; intensité modérée (IM, P comprise entre les RP sur 1 et 4 h) ; intensité élevée (IE, P comprise entre les RP sur 20 et 60 min) ; zone inférieure d'intensité sévère (IS, P comprise entre les RP sur 5 et 20 min) ; zone supérieure d'intensité sévère (IS+, P comprise entre les RP sur 30 s et 5 min) ; force-vitesse (FV, P comprise entre les RP sur 1 et 30 s). Les temps passés dans chacune de ces zones d'intensité ont été calculés pour les 2 compétitions. Les enregistrements de FC ont été analysés pour les 2 compétitions (FC minimales, maximales, moyennes et temps passés entre 80 et 90 % de FCmax et à plus de 90 % de FCmax).

Résultats

La durée des 2 épreuves était de 52'59" et 56'50". Le sujet s'est classé respectivement 5^e et 11^e. En moyenne sur les deux compétitions, il a passé 53,7 % du temps en zone IF (P inférieure à 282 W), 6,9 % en zone IM (282 à 322 W), 8,7 % en zone IE (322 à 377 W), 8,7 % en zone IS (377 à 441 W), 21,7% en zone IS+ (441 à 985 W), et 0,4 % en zone FV (P supérieure à 985 W, figure 1). Le sujet a passé 9'03" (17,1 %) pour la première épreuve et 9'42" (17,1 %) pour la seconde épreuve sans pédaler. La FC moyenne était de 91±2 % de FCmax. 74,6 % du temps a été passé à plus de 90% de FCmax et 24,8 % entre 80 et 90 % de FCmax. A l'exception des 25 et 20 premières secondes de chaque course, les deux compétitions ont été réalisées intégralement entre 81 et 93 % de FCmax.

Discussion

Le résultat principal de cette étude montre que la majorité des efforts réalisés lors de ces deux cyclo-cross l'ont été soit à intensité faible voire nulle, soit à intensité sévère. Les compétitions de cyclo-cross seraient ainsi principalement composées d'une multitude d'efforts brefs à intensité sévère entrecoupés de périodes de récupération à intensité faible. Ces résultats sont cohérents au regard de la spécificité des circuits de cyclo-cross qui présentent des enchaînements d'obstacles

techniques et de portions roulantes « assurant des changements de rythme de la course et permettant de récupérer après une portion difficile » (règlement des épreuves de cyclo-cross, Fédération Française de Cyclisme).

D'un point de vue cardiaque, les deux épreuves ont été réalisées avec une FC élevée et relativement stable, oscillant entre 80 et 90 % de FCmax. Ces résultats sont cohérents au regard de la cinétique d'évolution de la FC à l'effort. En effet, la répétition d'efforts très intenses suivis d'une courte période de récupération ne permettrait qu'une faible diminution de la FC (Green et coll. 2006). De plus, les nombreuses contraintes en termes de pilotage entraînent une forte demande attentionnelle et musculaire isométrique sur le haut du corps qui pourraient être à l'origine de cette contrainte cardiaque importante tout au long de la course (Impellizzeri et Marcora 2007).

Cependant, les résultats de cette étude préliminaire doivent être interprétés avec précaution car les observations ont été réalisées que sur un seul sujet. Il serait nécessaire de répéter ces mesures avec des populations plus larges afin de confirmer ces hypothèses. Il serait également possible d'analyser les variations de ces réponses physiologiques selon les caractéristiques des cyclistes ou du parcours.

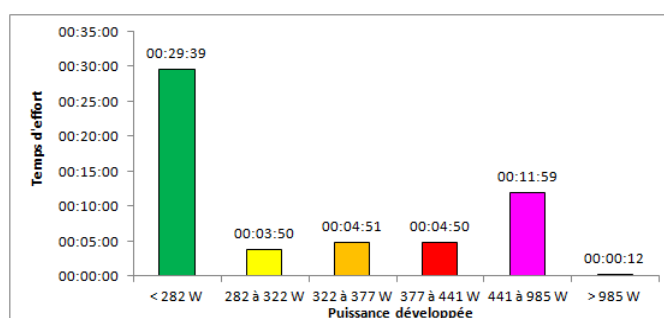


Figure 1 : Répartition des puissances développées selon les zones d'intensité lors des deux cyclo-cross

Conclusion

Dans la présente étude, le cyclo-cross solliciterait principalement chez le sujet observé les qualités de tolérance lactique en raison d'une succession d'efforts courts à intensité sévère entrecoupés de périodes de récupération à faible intensité. Ces récupérations incomplètes et les exigences en termes de pilotage ne permettraient pas à la FC de redescendre et entraîneraient une contrainte cardiaque importante en course. Davantage d'études seront nécessaires afin de vérifier ces hypothèses sur des populations plus larges.

Références

- Green, J., McLester, J., Crews, T., Wickwire, P., Pritchett, R., & Lomax, R. (2006). RPE association with lactate and heart rate during high-intensity interval cycling. *Med Sci Sports Exerc* 38(1):167-172
- Impellizzeri, F., & Marcora, S. (2007). The Physiology of Mountain Biking. *Sports Med* 37(1): 59-71.
- Padilla, S., Mujika, I., Orbananos, J., Santisteban, J., Angulo, F., & Goiriena, J. (2001) Exercise intensity and load during mass-start stage races in professional road cycling. *Med Sci Sports Exerc* 33(5): 796-802.
- Pinot, J., & Grappe, F. (2011). The power profile to assess performance in elite cyclists. *Int J Sports Med* 32: 839-844.
- Rodriguez-Marroyo, JA., Pernia, R., Cejuela, R., Garcia-Lopez, J., Llopis, J., & Villa, JG. (2010) Exercise intensity and load during different races in youth and junior cyclists. *J Strength Cond Res* 25(2): 511-519.
- Vogt, S., Schumacher, Y., Roecker, K., Dickhuth, H., Schoberer, U., Schmid, A., & Heinrich, L. (2007). Power Output during the Tour de France. *Int J Sports Med* 28(9): 756-761.

La latéralité n'influe pas sur les données d'activité physique collectées par l'accélérométrie sur les poignets des bras dominant et non dominants

Olivier Dieu¹, Jacques Mikulovic², Laurent Béghin³⁻⁴ & Jérémy Vanhelst³⁻⁴

¹UER3S, EA4110, Université de Lille 2, Lille, ²Laboratoire «LACES», Université de Bordeaux,

³Inserm, LIRIC, UMR 995, Université de Lille, CHRU de Lille, ⁴CIC-PT-1403-Inserm,

CHRU de Lille

olivier.dieu@msn.com

Introduction

L'activité physique (AP) est un élément majeur influençant l'état nutritionnel et la santé. La mesure de l'AP est réalisable par différentes méthodes : questionnaires d'activité physique, mesure de la dépense énergétique, ou encore l'accélérométrie. Aujourd'hui, les accéléromètres sont largement utilisés pour évaluer l'AP et sont maintenant utilisés dans de nombreuses études épidémiologiques, comme par exemple l'étude HELENA (Healthy Lifestyle in Europe by Nutrition in Adolescence) en Europe, l'étude NHANES (National Health and Nutrition Examination Survey) aux Etats-Unis ou encore l'étude HSE (Health Survey for England) en Grande Bretagne. Dans ces études, les accéléromètres sont portés au niveau de la taille, proche du centre de gravité afin de refléter au mieux tous les mouvements du corps et donc de la dépense énergétique. Cependant, la compliance à porter l'accéléromètre autour de la taille est souvent très mauvaise, ce qui amène à de nombreuses perte de mouvements qui sous-estiment l'AP réelle du sujet. Ces biais rendent ainsi difficile l'interprétation des résultats des profils d'AP, voire inexploitable. Pour pallier à ce problème, de nouveaux accéléromètres émergent sur le marché avec un port au niveau du poignet (montre ou bracelet). Plusieurs études (épidémiologiques, calibration, validation) ont utilisé ces montres accéléromètres (Freedson & Johns, 2013 ; Phillips et al., 2013 ; Welch et al., 2013). Lors de ces expérimentations, la montre accéléromètre était soit portée sur le poignet du bras dominant, soit sur le poignet du bras non dominant du sujet. Cette discordance ne prenait pas en compte le fait que le bras dominant est plus sollicité que le bras non dominant (Incel et al., 2002). Nous émettons l'hypothèse que l'AP mesurée par accélérométrie au niveau du bras dominant est supérieure à celle mesurée par le bras non dominant. L'objectif de cette étude était donc de déterminer si la latéralité influait la mesure de l'AP réalisée par un accéléromètre porté au poignet du bras dominant vs. poignet du bras non dominant.

Matériels & Méthodes

Quarante adultes sains (16 femmes, 24 hommes), âgés de 18,5 à 30,1 ans, ont participé à cette étude. Avant le début de l'étude, chaque participant était informé des buts et contraintes, puis signait un consentement éclairé. Les participants ont porté trois accéléromètres ActiGraph[®] (GT3X, Pensacola, FL, USA) programmés pour détecter les mouvements toutes les minutes. Chaque participant portait pendant une journée un accéléromètre à chaque poignet et un dans le dos fixé par une ceinture élastique autour de la taille (mesure de référence). L'activité des participants n'était pas standardisée et chaque participant faisait ses activités quotidiennes habituelles. La latéralité manuelle était déterminée par le questionnaire d'Edinburg Handedness Inventory (Oldfield 1971). Le traitement des données a été réalisé à l'aide du logiciel ActiLife[®] (Pensacola, FL, USA). La quantité moyenne d'AP (critère de jugement principal) mesurée par les deux méthodes de mesures (2 poignets) a été comparée par un test *t* de student apparié (comparaison intra-sujet). Un test de corrélation entre la mesure de référence (accéléromètre au dos) et chaque mesure effectuée par l'accéléromètre porté au poignet (bras dominant vs. bras non-dominant), a été évaluée par le calcul du coefficient de corrélation (Test de Pearson).

Résultats

Les moyennes de la mesure de l'AP mesurée par l'accéléromètre au poignet du bras dominant vs. au poignet du bras non dominant selon les 3 axes et le vecteur magnitude sont présentées dans le tableau 1. Les tests *t* n'ont montré aucune différence significative pour les 3 axes étudiés comme

pour le vecteur magnitude (tableau 1). Les données des accéléromètres portés au poignet du bras dominant et du bras non dominant étaient fortement corrélées aux données recueillies par l'accéléromètre porté autour de la taille ($r = 0,88$, $p < 0,001$; $r = 0,88$, $p < 0,001$, respectivement) (Figure 1).

Tableau 1. Moyenne des counts (EC) sur 24h de l'accéléromètre selon la latéralité des volontaires (accéléromètre au poignet dominant vs. non dominant) (n = 40)

	Poignet dominant	Poignet non dominant	P*
Axe X	1462,1 ± 627,7	1369,6 ± 577,3	0,4945
Axe Y	1443,7 ± 499,6	1379,1 ± 517,6	0,5718
Axe Z	1576,1 ± 503,6	1487,9 ± 490,9	0,4302
Vecteur Magnitude	2676,3 ± 952,3	2530,4 ± 922,4	0,4883

* test t de student apparié

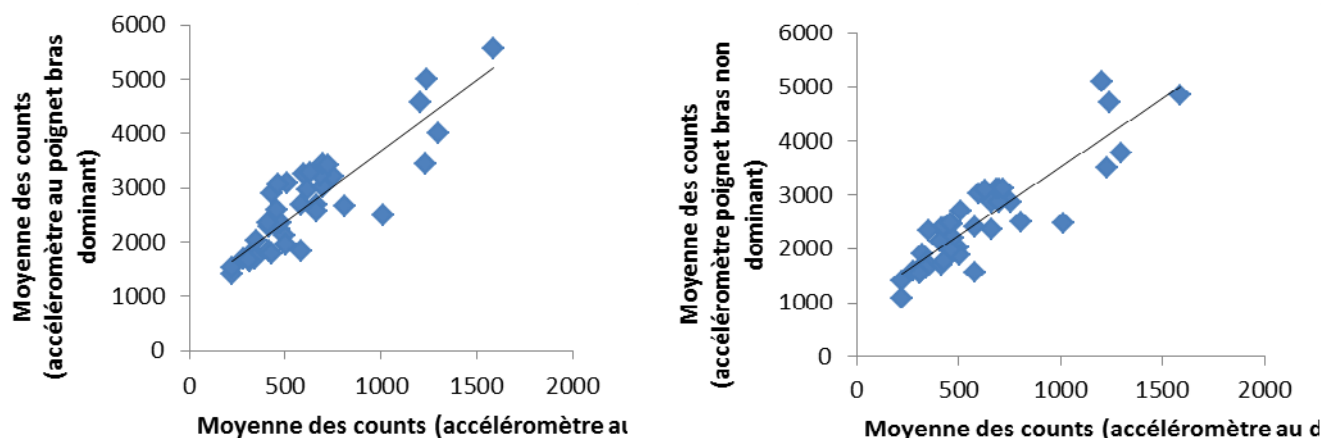


Figure 1. Relation entre l'AP mesurée par l'accéléromètre porté autour de la taille et les accéléromètres portés autour du poignet

Conclusions

La latéralité du sujet n'influe pas sur les données recueillies par les deux accéléromètres selon qu'ils sont portés sur le bras dominant vs. bras non dominant. De fortes corrélations ont été trouvées entre la mesure de référence (autour de la taille) et les accéléromètres portés aux poignets. Les résultats suggèrent donc que la modalité du port de l'accéléromètre au poignet peut se faire au niveau du bras dominant comme au bras non dominant. De plus, les précédentes études ayant utilisé un accéléromètre au poignet quelle que soit sa position peuvent être comparées entre elles.

Références

- Freedson, P.S., John, D. (2013). Comment on "estimating activity and sedentary behavior from an accelerometer on the hip and wrist". *Medicine Science Sports Exercise*, 45(5),962-963.
- Incel N.A., Ceceli E., Durukan P.B., Erdem H.R., Yorgancioglu Z.R. (2002). Grip strength: effect of hand dominance. *Singapore Medicine Journal*, 43(5), 234-237.
- Oldfield, R.C. (1971). The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh inventory. *Neuropsychologia*, 9(3), 97-113.
- Phillips, L.R., Parfitt, G., Rowlands, A.V. (2013). Calibration of the GENE A accelerometer for assessment of physical activity intensity in children. *Journal Science Medicine Sport*, 16(2), 124-128.
- Welch, W.A., Bassett, D.R., Thompson, D.L., Freedson, P.S., Staudenmayer, J.W., John, D., Steeves, J.A., Conger, S.A., Ceaser, T., Howe, C.A., Sasaki, J.E., Fitzhugh, E.C. (2013). Classification accuracy of the wrist-worn gravity estimator of normal everyday activity accelerometer. *Medicine Science Sports Exercise*, 45(10), 2012-2019.

Effets de l'heure de la journée sur les performances aérobies et anaérobies des jeunes footballeurs (10-11 ans)

Hamdi Chtourou, Mohamed Louati, Asma Aloui, Anis Chaouachi, Karim Chamari,
Nizar Souissi

Laboratoire de recherche "Optimisation de la performance sportive" Centre National de
la Médecine et des sciences du sport, Tunis, Tunisie.
e-mail: h_chtourou@yahoo.fr

Introduction

Chez l'enfant (*i.e.*, non entraîné), l'analyse des travaux de la littérature révèle la présence d'une variation diurne des performances anaérobies avec des acrophases vers 18:00h (Souissi *et al.*, 2012). Néanmoins, à notre connaissance, aucune donnée n'est disponible concernant l'effet de l'heure de la journée sur les performances aérobies de l'enfant. Chez les adultes, les performances de longues durées au cours des exercices submaximaux varient au cours de la journée (Reilly & Waterhouse, 2009). Cet effet de l'heure de la journée tend à disparaître avec l'augmentation de l'intensité de l'exercice (Reilly & Waterhouse, 2009). En outre, Atkinson *et al.* (1993) ont montré que l'amplitude du rythme diurne est supérieure chez les sujets pratiquant de l'activité physique par rapport aux sujets sédentaires. Ainsi, l'objectif de ce travail est d'évaluer les effets de l'heure de la journée sur les performances (i) aérobies enregistrées durant le Yo-Yo *intermittent recovery test* (YYIRT) et (ii) anaérobies lors des tests de *squat-jump* (SJ) et de *counter-movement-jump* (CMJ) chez des enfants pratiquant le football.

Matériels et méthodes

12 enfants, de sexe masculin (niveau régional avec 3 séances d'entraînement par semaine), (âge: 10.7 ± 0.4 ans; taille: 1.47 ± 0.6 m; poids: 44.8 ± 3.1 kg) ont participé à cette étude. Le protocole expérimental comporte 3 sessions de test, *i.e.*, 08:00h, 14:00h et 18:00h, réalisée selon un ordre randomisé. Durant chaque session, ils ont réalisé successivement et dans le même ordre le SJ, le CMJ et le YYIRT, avec 5 min de récupération entre deux tests successifs. Les sujets réalisent une seule session de test par jour avec une récupération d'au moins 48-h entre deux sessions successives. Durant le test de SJ, le sujet effectue une poussée maximale vers le haut à partir de la position fléchie à 90° (articulation des genoux) alors que pour le CMJ, le sujet débute de la position debout (*i.e.*, effectuer une flexion préalable à l'extension). La hauteur des sauts en SJ et CMJ était mesurée à l'aide d'un appareil Optojump (Microgate SRL, Italie). Lors des deux tests, les mains sont sur les hanches pour éviter la participation des bras. Le YYIRT consiste à parcourir la plus grande distance lors d'une course navette sur 20 m avec 5 m de récupération en respectant des vitesses de course qui augmentent progressivement à l'aide de bips sonores spécifiques (voir Chtourou *et al.*, 2011a). Une ANOVA à un facteur (heure de la journée) avec des mesures répétées a été utilisée. En cas d'un effet significatif, un test post hoc de Tukey a été appliqué.

Résultats

L'ANOVA montre un effet significatif de l'heure de la journée sur le SJ, CMJ et la vitesse maximale enregistrée lors du YYIRT. L'analyse post hoc montre que les hauteurs de saut en SJ et en CMJ sont significativement supérieures à 14:00h et 18:00h par rapport à 08:00h ($p < 0.05$ et $p < 0.01$ respectivement). En revanche, aucune différence significative n'a été observée entre 14:00h et 18:00h (Tableau 1). La vitesse maximale lors du YYIRT est significativement supérieure à 18:00h par rapport à 08:00h ($p < 0.05$). Cependant, aucune différence significative n'a été montrée entre 08:00h et 14:00h et entre 14:00h et 18:00h.

Tableau 1. Hauteurs du saut en *squat-jump* (SJ) et en *counter-movement-jump* (CMJ) et la vitesse maximale lors du YYIRT enregistrées à 08:00h, 14:00h et 18 :00h.

	08:00 h	14:00 h	18:00 h
SJ (cm)	25.6 ± 3.3	26.7 ± 3.1*	27.4 ± 3.5*
CMJ (cm)	26.8 ± 3.3	28.1 ± 3.6*	28.2 ± 3.9*
VMA (km · h⁻¹)	13.4 ± 0.2	13.5 ± 0.2	13.7 ± 0.2*

*: différence significative par rapport à 08:00 h.

Discussion et conclusion

Conformément aux travaux antérieurs chez l'adulte (Chtourou *et al.*, 2011b, 2012a,b) et chez les enfants (Souissi *et al.*, 2012), les résultats de la présente étude ont montré une variation diurne des performances anaérobies avec des acrophases observées à 14:00h et 18:00h. De plus, nos résultats ont montré, pour la première fois, que les performances aérobies varient au cours de la journée avec une acrophase enregistrée à 18:00h. Ainsi, les fluctuations journalières des performances anaérobies et aérobies de l'enfant doivent être prises en considération par les scientifiques de l'exercice, les entraîneurs dans la réalisation des recherches et des programmes d'entraînement afin d'optimiser les performances sportives.

Références

- Atkinson, G., Coldwells, A., Reilly, T., & Waterhouse, JM. (1993). A comparison of circadian rhythms in work performance between physically active and inactive subjects. *Ergonomics*, 36, 273–281.
- Chtourou, H., Chaouachi, A., Hammouda, O., Chamari, K., & Souissi, N. (2012a). Listening to Music Affects Diurnal Variation in Muscle Power Output. *International Journal of Sports Medicine*, 33, 43–47.
- Chtourou, H., Driss, T., Souissi, S., Gam, A., Chaouachi, A., & Souissi, N. (2012b). The effect of strength training at the same time of the day on the diurnal fluctuations of muscular anaerobic performances. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26, 217–225.
- Chtourou, H., Hammouda, O., Souissi, H., Chamari, K., Chaouachi, A., & Souissi, N. (2011a). The effect of Ramadan fasting on physical performances, mood state and perceived exertion in young footballers. *Asian Journal of Sports Medicine*, 2, 163–171.
- Chtourou, H., Zarrouk, N., Chaouachi, A., Dogui, M., Behm, D.G., Chamari, K., Hug, F., & Souissi, N. (2011b). Diurnal variation in Wingate-test performance and associated electromyographic parameters. *Chronobiology International*, 28, 706–713.
- Reilly, T., & Waterhouse, J. (2009). Chronobiology and exercise. *Medicine of Sport*, 13, 54–60.
- Souissi, H., Chtourou, H., Chaouachi, A., Dogui, M., Chamari, K., Amri, M., & Souissi, N. (2012). The effect of training at a specific time-of-day on the diurnal variations of short-term exercise performances in 10-11-years-old Boys. *Pediatric Exercise Science*, 24, 84–99.

Évaluation de l'activité physique et des effets d'un programme d'incitation à l'activité chez des personnes âgées vivant en foyer de logement

Stéphane Mandigout¹, Marine Sageat¹, Joelle Bonis¹, Achille Tchalla¹, Benoit Borel¹.

Laboratoire « Handicap, Activité, Vieillesse, Autonomie, Environnement » (EA 6310),
 Université de Limoges
stephane.mandigout@unilim.fr

Introduction

L'augmentation de la dépendance étant liée au vieillissement, la problématique de la prise en charge des personnes âgées dépendantes devient cruciale pour la France. Bien que les bienfaits de l'activité physique et de l'exercice soient universellement reconnus, de nombreuses personnes âgées restent sédentaires, et relativement peu atteignent les niveaux recommandés d'activité plus particulièrement dans les EHPA (Sun et al., 2013). Plusieurs études évoquent un problème évident de stratégie, avec des méthodes peu adaptées au public, et donc une très mauvaise adhésion aux différents programmes et une très mauvaise observance de la part du public en question (Taylor, 2014). Des interventions efficaces pour inverser le manque d'activité physique chez les personnes âgées sont clairement nécessaires. Burton et al. (2013) montrent que les programmes d'exercices structurés ne constituent pas l'activité préférée des résidents d'EHPA. Cette étude nous montre également qu'une éducation à l'activité est parfois plus efficace qu'un programme structuré. L'objectif scientifique de notre étude est d'évaluer l'effet d'un programme d'incitation à l'activité sur l'autonomie des personnes âgées vivant en EHPA.

Méthodes

- *Population d'étude* : Notre population d'étude regroupait 71 sujets âgés de 60 à 95 ans, vivants dans un EHPA, avec un Groupe Iso-Ressource minimum de 4. Nos sujets étaient capables de vivre en autonomie dans leur logement et n'avaient besoin d'aide qu'occasionnellement pour la toilette, les repas, le ménage. Un programme d'incitation à l'activité physique a été proposé à l'ensemble des résidents. Le schéma du protocole expérimental est présenté sur la Figure 1. Trois périodes ont été organisées : la période 1 (P1), permettant d'évaluer le niveau d'activité physique des résidents (NAP); la période 2 (P2) durant laquelle était proposée un programme d'incitation à l'activité physique pendant 9 semaines et la période 3, post-programme (P3).

- *Mesure du niveau d'activité physique* : Cette mesure a été réalisée sur 3 jours à trois reprises (P1, fin de P2 et fin de P3) à l'aide d'un Armband SW5 (Sensewear). Les paramètres retenus sont la dépense énergétique active et le nombre de pas.

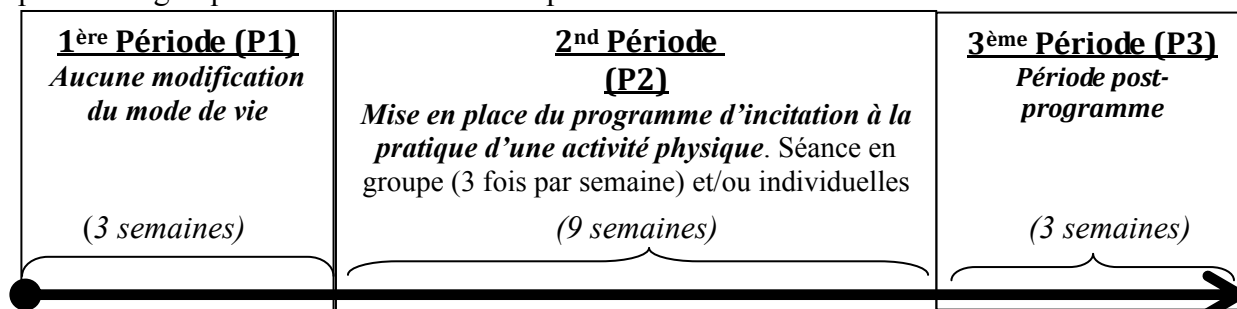


Figure 1 : Schéma du protocole expérimental

- *Mesure de la condition physique* : Afin de mesurer la condition physique des résidents, nous avons utilisé la version Française du Senior Fitness Test (SFT) (Fournier et al, 2012). Composée de 6 items, elle permet de mesurer la force musculaire, la souplesse des membres inférieurs et supérieurs, l'agilité et l'équilibre dynamique ainsi que l'endurance aérobie. Le SFT a été réalisé avant et après P2.

- *Programme d'incitation à l'activité physique* : Ce programme consistait à proposer aux résidents des séances d'activités physiques individuelles (sur rendez-vous) et de groupes (sur inscription).

Les résidents étaient donc entièrement libres sur le nombre de séance à réaliser. Chaque séance comportait une partie mobilisation articulaire, une partie renforcement musculaire des membres supérieurs et inférieurs avec des exercices dynamiques concentriques (2 à 3 groupes musculaires, 2 à 3 séries de 10 à 15 répétitions), une partie travail d'endurance (marche et exercices assimilés).

Résultats

Sur 71 résidents, 27 ont accepté de porter l'actimètre pendant P1 (âge : 82±10 ans); 35 ont participé au programme d'incitation (P2) répartis avec 23 résidents ayant participé aux séances (groupe expérimental) et 12 n'ayant participé à aucune séance (groupe témoin). Concernant le NAP, nos résultats montrent, en P1 une dépense énergétique active (>3MET) de 85±84 kcal et un nombre de pas de 1420±1871 par jour. En P2, ces paramètres augmentent significativement (respectivement 168±180 kcal ; 2035±2417 pas, $p<0.01$), pour revenir aux valeurs initiales en P3 et (82±92 kcal ; 1383±1816 pas, $p<0.01$). Les résultats du SFT sont présentés dans le tableau 1.

Tableau 1 : Effet du programme d'incitation sur les paramètres du SFT.
(** $p<0.01$, *** $p<0.001$)

	Groupe Expérimental n=23					Groupe Témoin=12		
	P1	p	P2	p	P3	P1	p	P2
30sec assis-debout (nb)	9,2±5,4	***	12±7	**	10±5.6	10,4±4,5	NS	9,8±4,0
Flexion bras (nb)	16,1±4,5	***	20,2±6,4	**	18±5.6	17,3±6,0	NS	16,6±6,4
Souplesse (cm)	-9,5±9,5	***	-3,7±8,4	**	-7,0±7,3	-2,9±8,8	NS	-6,8±9,0
Aller-retour marche (sec)	15,3±10,4	**	12,8±11,3	***	15,0±11,4	11.8±8.3	NS	12.9±7.4
Gratte-dos (cm)	-26±13	NS	-23±14	NS	-24±12	-17±19	NS	-15±18
2 min (nb de pas)	47±22	***	59±23	**	55±23	55±22	NS	54±25

Discussion-Conclusion

Notre étude montre qu'un programme d'incitation à l'activité physique pourrait être un bon moyen d'améliorer les paramètres de la condition physique (Senior Fitness Test) ainsi que le niveau d'activité physique des résidents d'un EHPA. Sur les 71 résidents de l'établissement, 23 ont participé au programme avec une moyenne de 2,2 séances par semaine. L'effectif a augmenté au cours des 9 semaines. L'inverse est souvent observé dans les études de littérature (Albuquerque-Sendín et al., 2012). De plus, il apparaît qu'un programme d'APA, entraîne régulièrement une augmentation du temps d'activité (activités de la vie quotidienne <3MET) et du temps allongé au cours de la journée (Meijer et al., 1999). Dans notre étude, nous montrons une diminution de ces temps. Dans ce programme, même si l'adhésion semble être plutôt bonne, l'observance s'est effondrée 3 semaines après l'arrêt du programme, le NAP étant revenu aux valeurs initiales. Nous supposons enfin que notre programme était un peu court pour induire des modifications réelles des habitudes de vie des résidents.

Références

- Albuquerque-Sendín, F., Barberio-Mariano, E., Brandão-Santana, N., Rebelatto, D.A.N., and Rebelatto, J.R. (2012). Effects of an adapted physical activity program on the physical condition of elderly women: an analysis of efficiency. *Rev. Bras. Fisioter. São Carlos São Paulo Braz.* 16, 328–336.
- Burton, E., Lewin, G., Clemson, L., and Boldy, D. (2013). Effectiveness of a lifestyle exercise program for older people receiving a restorative home care service: a pragmatic randomized controlled trial. *Clin. Interv. Aging* 8, 1591–1601.
- Meijer, E.P., Westerterp, K.R., and Verstappen, F.T. (1999). Effect of exercise training on total daily physical activity in elderly humans. *Eur. J. Appl. Physiol.* 80, 16–21.
- Sun, F., Norman, I.J., and While, A.E. (2013). Physical activity in older people: a systematic review. *BMC Public Health* 13, 449.
- Taylor, D. (2014). Physical activity is medicine for older adults. *Postgrad. Med. J.* 90, 26–32.

Session Orale N°18

Perception et action

(Modérateur : Nicolas Benguigui

Intérêt des informations vibrotactiles pour la régulation des actions motrices

Cynthia Mandil¹, Laure Lejeune¹, Elise Faugloire¹ & Nicolas Benguigui¹

¹ Centre d'étude Sport et Actions Motrices (EA 4260), Université de Caen Basse-Normandie
cynthia.mandil@unicaen.fr

Dans certaines situations ou pour certaines personnes en situation de handicap, l'accès aux informations permettant de réguler une action ou un déplacement est parfois difficile. Depuis les travaux initiés par Bach-Y-Rita et al. (1969) sur la substitution sensorielle, les dispositifs vibrotactiles se sont développés. Ces interfaces, composées de plusieurs vibrateurs indépendants stimulant la surface de la peau, permettent de produire des stimulations variées en localisation, forme, durée et rythme. Les patrons de stimulations tactiles ainsi créés permettent de véhiculer des messages de nature et de niveau d'abstraction variés, tout en gardant les yeux, les oreilles et les mains libres pour d'autres tâches. Par ailleurs, la modalité tactile possède l'avantage d'être peu exploitée pour la prise d'informations et de disposer d'une large surface de stimulation. Offrant un large potentiel pour suppléer ou compléter d'autres modalités sensorielles, les informations vibrotactiles peuvent permettre d'améliorer la locomotion, l'orientation spatiale ou encore la perception du mouvement dans des domaines d'application extrêmement variés tels que le sport, le handicap sensoriel, le domaine militaire ou la sécurité routière (Jones et Sarter, 2008). Le recours aux dispositifs vibrotactiles pour transmettre des informations nécessite de répondre à deux questions fondamentales : quelles sont les informations nécessaires à la régulation de l'action et comment celles-ci doivent être codées sous forme tactile ? Ce document expose comment des informations vibrotactiles peuvent être codées et utilisées dans différentes tâches perceptivo-motrices.

1. Substitution sensorielle

L'idée initiale ayant motivée l'utilisation de la peau comme moyen de communication était de permettre à des personnes présentant une déficience sensorielle de « percevoir des images » à partir de stimulation tactiles. Les travaux de Bach-y-Rita et ses collègues (1969) ont permis de développer un des premiers dispositifs vibrotactiles, le *Tactile-to-Vision Substitution System*, composé de 400 tacleurs vibrant selon une intensité variable en fonction de l'intensité lumineuse d'une caméra. Même si leur dispositif ne permettait pas de restaurer la vision dans des conditions équivalentes, la substitution sensorielle constitue néanmoins une nouvelle source d'informations pour les déficients visuels, leur permettant notamment de reconnaître des formes ou des visages familiers, d'attraper des objets de l'environnement, etc.

2. Informations de navigation

1.1. Orienter un déplacement

Une large partie des études réalisées sur l'utilisation de stimulations vibrotactiles se sont intéressées aux informations visant à orienter le sujet dans l'espace. Ce type d'information s'appuie sur un principe de codage très intuitif appelé *tap on the shoulder*, selon lequel la localisation d'une stimulation indique dans quelle direction le sujet doit orienter son déplacement (Van Erp, 2005).

1.2. Réguler une approche

On peut également transmettre des informations afin de réguler une approche, établir ou éviter un contact en faisant varier un paramètre de la stimulation (l'intensité ou le rythme le plus souvent) en fonction de la distance actuelle. D'autres informations que celles concernant la distance peuvent être utilisées dans ce contexte. Par exemple, Cancar et al. (2013) ont montré qu'une stimulation tactile reproduisant l'expansion optique permettait d'accéder à des informations sur temps avant contact (TTC) et d'intercepter un objet en l'absence d'informations visuelles.

3. Communication d'informations complexes

La modalité tactile permet également de transmettre des informations qualifiées de « communication » (Castle & Dobbins, 2004) qui véhiculent des concepts plus ou moins abstraits et

complexes. Des études récentes proposent des messages tactiles codant, entre autres, la nature et la priorité d'un appel sur un mobile (Brown et al, 2005), des instructions militaires (Krausman & White, 2006), ou encore des émotions (Benali-Khoudja, et al, 2005). Ces messages peuvent être présentés sous formes de stimulations représentant une forme ou temporels (rythmes) et nécessitent d'être facilement discriminables et surtout d'établir une relation entre le concept et la stimulation tactile la plus intuitive possible.

4. Signaux d'alerte

Un des avantages de cette modalité sensorielle est que les stimuli tactiles attirent l'attention et peuvent être utilisés efficacement afin d'alerter le sujet sur l'imminence d'un événement à venir. De plus, comme pour les informations d'orientation, il existe un *mapping* naturel entre la localisation d'une stimulation tactile et la direction dans laquelle l'attention visuelle se dirige (Driver & Spence, 1998). De telles stimulations permettent d'améliorer la réaction de freinage en situation de conduite ainsi que la détection d'obstacles (Cardin, Thalmann, & Vexo, 2005).

5. Régulation posturale et coordination

Des stimulations localisées sur des parties du corps spécifiques peuvent indiquer au sujet comment son mouvement doit être corrigé, ce qui peut être particulièrement utile dans le cadre des activités physiques et sportives mais également pour la rééducation. Il est ainsi possible d'améliorer le contrôle postural, la coordination, ou de faciliter l'acquisition d'habiletés motrices (van Erp, 2006).

Les informations vibrotactiles ont un énorme potentiel en termes d'amélioration des comportements perceptivo-moteurs, à condition que les stimulations tactiles fassent l'objet d'études approfondies afin de déterminer d'une part les informations adéquates à transmettre et d'autre part, la manière la plus intuitive de les coder.

Références

- Bach-Y-Rita, P., Collins, C. C., Saunders, F. A., White, B., & Scadden, L. (1969). Vision Substitution by Tactile Image Projection. *Nature*, 221(5184), 963-964.
- Benali-Khoudja, M., Hafez, M., Sautour, A., & Jumpertz, S. (2005). Towards a new tactile language to communicate emotions. In *Mechatronics and Automation, 2005 IEEE International Conference* (Vol. 1).
- Brown, L. M., Brewster, S. A., & Purchase, H. C. (2005). A first investigation into the effectiveness of Tactons. In *Eurohaptics Conference, 2005 and Symposium on Haptic Interfaces for Virtual Environment and Teleoperator Systems, World Haptics 2005. First Joint* (p. 167-76).
- Cancar, L., Diaz, A., Barrientos, A., Travieso, D., & M., D. (2013). Tactile-Sight: A Sensory Substitution Device Based on Distance-Related Vibrotactile Flow. *International Journal of Advanced Robotic Systems*, 1. <http://doi.org/10.5772/56235>
- Cardin, S., Thalmann, D., & Vexo, F. (2005). Wearable obstacle detection system for visually impaired people. In *VR workshop on haptic and tactile perception of deformable objects* (p. 50-55). Consulté à l'adresse <http://infoscience.epfl.ch/record/99014/files/haptex05.pdf>
- Castle, H., & Dobbins, T. D. (2004). Tactile displays for enhanced performance and safety. In D. G. Hopper (Éd.), (Vol. 5443, p. 269-276). Présenté à Defense, Security, and Cockpit Displays.
- Driver, J., & Spence, C. (1998). Cross-modal links in spatial attention. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 353(1373), 1319-1331.
- Jones, L. A., & Sarter, N. B. (2008). Tactile Displays: Guidance for Their Design and Application. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 50(1), 90-111.
- Krausman, A. s, & White, T. L. (2006). *Tactile Displays and Detectability of Vibrotactile Patterns as Combat Assault Maneuvers are Being Performed*.
- Van Erp, J. B. (2005). Presenting directions with vibrotactile torso display. *Ergonomics*, 48, 302-13.
- Van Erp, J. B., Saturday, I., & Jansen, C. (2006). Application of tactile displays in sports: where to, how and when to move. In *Proc. Eurohaptics* (pp. 105-109).

La perception de l'effort est-elle issue des retours sensoriels ou de la décharge corollaire associée à la commande motrice ?

Benjamin Pageaux¹, Romuald Lepers¹ & Samuele Maria Marcora²

¹Laboratoire INSERM U1093, UFR STAPS, Université de Bourgogne, Dijon, France.

²Endurance Research Group, School of Sport and Exercise Sciences, University of Kent, Chatham, UK.

benjamin.pageaux@gmail.com

Introduction

La perception de l'effort, définie comme « la sensation consciente de la dureté, difficulté et intensité d'un exercice physique », i) joue un rôle important dans la régulation de la performance (Pageaux, 2014), ii) est influencée par la fatigue physique et la fatigue mentale (Pageaux et al, 2015) et iii) est couramment utilisée pour prescrire une rééducation individualisée (Marcora, 2010). Cependant, les mécanismes sous-jacents à sa génération restent mal compris. Il existe actuellement deux modèles (voir Figure 1), tentant d'expliquer sa génération: le modèle des retours sensoriels (RS) et celui de la décharge corollaire (DC). Dans cette étude, nous avons voulu tester la validité de ces deux modèles en utilisant le paradigme de l'électromyostimulation (EMS) afin de manipuler l'amplitude de la commande motrice/DC et des RS lors de contractions volontaires (VOL), évoquées (EMS) et combinées (EMS+VOL). Les sujets ayant la capacité de distinguer la perception de la force et de l'effort (Marcora, 2010), nous avons choisi de réaliser différentes contractions musculaires à même niveau de force, dans le but de mesurer la perception de la force et de l'effort en tant que variables dépendantes. Nous avons fait l'hypothèse que la perception de l'effort refléterait l'amplitude de la commande motrice/DC, indépendamment des RS générés par l'EMS.

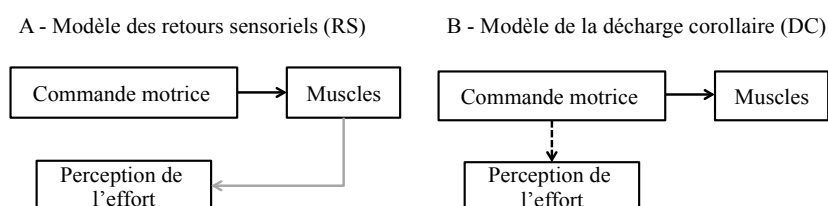


Figure 1. Modèles simplifiés des retours sensoriels (RS) et de la décharge corollaire (DC) expliquant la génération de la perception de l'effort.

Les flèches noires représentent la transmission de la commande motrice. La flèche grise continue représente les retours sensoriels des muscles au cortex. La flèche noire pointillée représente la décharge corollaire associée à la commande motrice. Adapté de Marcora (2009).

Méthode

Dix sujets actifs et expérimentés avec l'EMS ont participé à cette étude. Des contractions (3 s) VOL, EMS et EMS+VOL de type isotoniques (5% and 20% de la contraction maximale volontaire, CMV) et isométriques (10% et 20% CMV) ont été réalisées. Les sujets devaient quantifier l'effort perçu (RPE), la perception de la force et la douleur musculaire à l'issue de chaque contraction.

Résultats

Pour un même niveau de force, les sujets ont reporté un effort uniquement lors des contractions VOL. La douleur musculaire fut plus importante lors des contractions EMS comparée aux contractions VOL. Les résultats de la perception de l'effort et de la force sont présentés en Figure 2. L'effort fut perçu comme plus faible [isométrique : $P=0.036$, d_z (taille de l'effet, test de Cohen)=1.062 ; isotonique : $P<0.001$, $d_z=1.725$] lors des contractions combinées (EMS+VOL, faible commande motrice/DC) que lors des contractions volontaires (VOL, commande motrice/DC complète). Contrairement à la perception de l'effort, les sujets furent capables d'estimer la force pour tous les types de contractions.

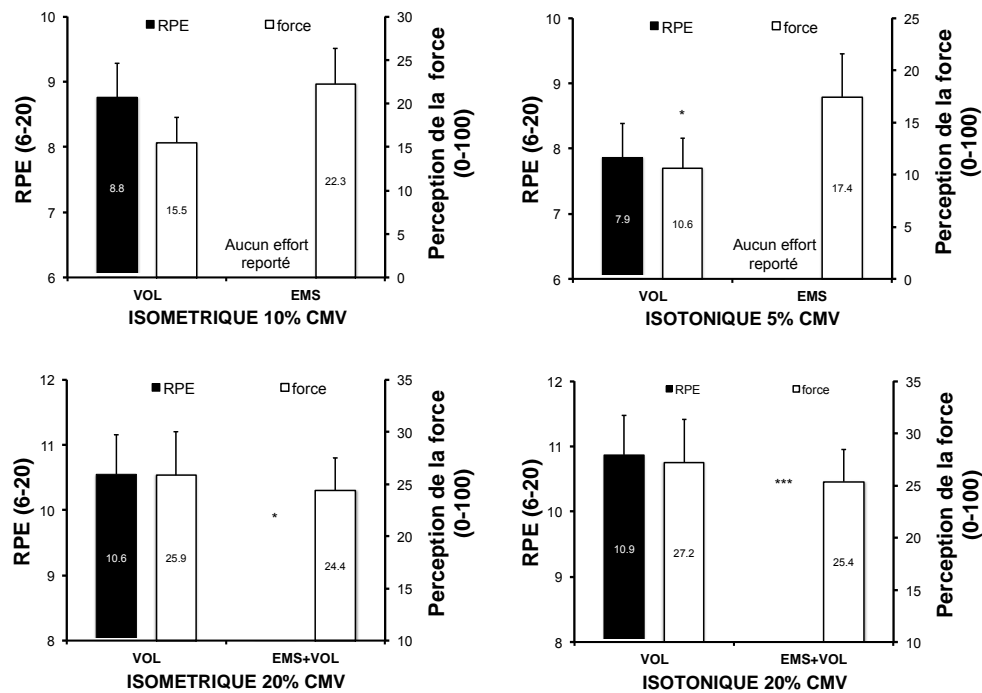


Figure 2. Perception de l'effort (RPE) et de la force lors de contraction musculaires volontaires (VOL), évoquées (EMS) ou combinées (EMS+VOL). RPE et force ont été mesurées en tant que variables dépendantes lors de contraction à même niveau de force (isométrique ou dynamique). Les données sont présentées en tant que moyenne +/- erreur standard. Différences pour le même type de contraction à un même niveau de force : *P<0.05 et ***P<0.001.

Discussion

Les sujets ont pu quantifier indépendamment leur perception de l'effort, de la force et leur douleur musculaire lors des contractions VOL, EMS et EMS+VOL. La capacité des sujets à percevoir une force et une douleur musculaire lors de contractions musculaires évoquées confirme le fait que les RS participent à ces sensations lors des contractions évoquées et combinées. La perception de l'effort plus faible lors des contractions combinées (EMS+VOL, faible commande motrice/DC) comparée aux contractions volontaires (VOL, commande motrice/DC complète) supporte l'hypothèse selon laquelle les RS ne sont pas les signaux responsables de la perception de l'effort. Ces résultats offrent de nouvelles évidences expérimentales en faveur d'une génération de la perception de l'effort issue du traitement neurocognitif de la DC, i.e. de la copie efférente de la commande motrice. Des études futures devront tenter d'identifier les aires corticales responsables du traitement neurocognitif de la DC générant la perception de l'effort.

Références

- Marcora, S. (2009). Perception of effort during exercise is independent of afferent feedback from skeletal muscles, heart, and lungs. *Journal of Applied Physiology*, 106(6), 2060-2062.
- Marcora, S. M. (2010). Effort: perception of. In G. EB (Ed.), *Encyclopedia of Perception* (pp. 380-383). Thousand Oaks: SAGE Publications Inc.
- Pageaux, B. (2014). The psychobiological model of endurance performance: an effort-based decision-making theory to explain self-paced endurance performance. *Sports Medicine*, 44(9), 1319-1320.
- Pageaux, B., Marcora, S. M., Rozand, V., & Lepers, R. (2015). Mental fatigue induced by prolonged self-regulation does not exacerbate central fatigue during subsequent whole-body endurance exercise. *Frontiers in Human Neuroscience*, 9.

Interaction cavalier-cheval : contribution des informations sensorielles et du niveau d'expertise

Agnès Olivier¹, Jean Jouvrey¹, Caroline Teulier¹ & Brice Isableu¹

¹ Laboratoire « Complexité, Innovation et Activités Motrices et Sportives »
agnes.olivier@u-psud.fr

Introduction

L'équitation est un modèle d'interaction « homme-animal » complexe et original dans la mesure où la performance résulte de l'optimisation du couplage cavalier-cheval. Les systèmes sensoriels (auditif, visuel, proprioceptif) transmettent diverses informations sur l'environnement et contribuent au contrôle du mouvement et à l'orientation de la posture (Ernst & Bühlhoff, 2004). L'optimisation de la coordination entre le cavalier et le cheval repose sur l'identification et la réduction des sources d'incertitudes dégradant significativement l'interaction des systèmes sensori-moteurs et évoluerait chez l'expert vers une prépondérance des informations proprioceptives (e.g. Vuillerme & al. 2001). L'objectif de cette étude visait à identifier l'évolution du poids des informations visuelles, proprioceptives et auditives dans le contrôle des coordinations motrices mises en œuvre par le cavalier en fonction de son niveau d'expertise. Le cavalier expert devrait démontrer une plus grande habileté à exploiter les informations proprioceptives que le cavalier débutant impliquant une meilleure coordination posturale chez l'expert.

Méthode

Sujets : 14 cavaliers professionnels provenant de la Garde Républicaine et des cavaliers de compétition (2.3 ± 1.2 h. de pratique par jour) ainsi que 12 novices n'ayant jamais obtenu de diplômes équestres ont été recrutés. *Matériel* : La fréquence des mouvements du simulateur équestre a été fixée à 1,16 Hz, soit 70 mouvements/minute. Cette fréquence de référence dans notre étude est proche de l'allure galop. L'intérêt principal du simulateur est qu'il permet de placer tous les sujets dans les mêmes conditions expérimentales. L'enregistrement des déplacements corporels a été réalisé au moyen de caméras optoélectroniques « Optitrack » à une fréquence de 250 Hz. Les participants étaient équipés de marqueurs rétro-réfléchissants sur différents segments ainsi que le simulateur : la tête, le tronc (C7, T10), le bassin, le membre supérieur (épaule, coude, poignet) et le membre inférieur (genou, malléole, talon) pour le cavalier et sur la croupe du simulateur (Cf Lagarde et al. 2005). *Procédure expérimentale* : Les sujets ont été positionnés sur la selle du simulateur de manière identique. Puis, après à une phase d'habituation aux mouvements du simulateur (une dizaine de cycles), les sujets devaient se stabiliser au cours de 8 essais de 50 secondes entrecoupés de pauses de 60s. La vision était occultée au moyen de lunettes opaques, l'audition fut masquée par l'emploi d'un casque anti-bruit et de boules quies, et enfin la proprioception fut dégradée par l'ajout d'une mousse sur toutes les parties en contact avec le simulateur. *Analyse des données* : L'analyse en Phase Relative (PR) discrète de la position des marqueurs du cavalier (Temps de la position maximale d'un point du cavalier) par rapport à l'axe vertical (z) des mouvements de la croupe du simulateur équestre (Temps de la position maximale d'un point du simulateur) a été effectuée sur les différents points anatomiques étudiés. A l'issue d'une première analyse de variance, trois autres ANOVAs à mesures répétées à 5 facteurs furent conduites pour chaque partie du corps étudiée (membre supérieur ; membre inférieur ; tête-tronc). Par exemple, l'ANOVA réalisée, pour le membre supérieur fut : Expertise \times 2 (Cavaliers Professionnels vs Novices), Segment \times 3 (épaule, coude, poignet), Audition \times 2 (son vs son masqué), Proprioception \times 2 (normale vs diminuée), Vision \times 2 (normale vs vision occultée). Dans le cadre de ce document nous nous limitons à l'énonciation des effets principaux et des effets simples d'interactions.

Résultats et discussion

Tête-Tronc : L'analyse statistique montre un effet principal Segment ($p < 0.001$) (figure 1). Les différentes conditions sensorielles n'ont pas eu d'impact à ce niveau. **Membre supérieur & effet vision :** Les résultats de cette analyse montrent un effet principal de l'expertise ($p < 0.01$) et segment ($p < 0.001$) ainsi qu'un effet d'interaction expertise \times segment ($p < 0.01$) se situant au niveau du poignet. La PR moyenne des professionnels est plus en phase avec le simulateur que celle des novices. De plus l'analyse montre un effet principal vision ($p < 0.001$) ainsi qu'un effet d'interaction vision \times expertise ($p < 0.01$). En condition vision occultée la PR moyenne diminue chez les novices au niveau du poignet. Cette condition ne modifie pas la PR des professionnels. Ce résultat est original dans la mesure où les résultats classiques montrent que la suppression totale ou sélective des indices visuels perturbe la performance. En équitation, nos résultats montrent que ce serait plutôt l'inverse puisque que l'on observe une réduction du retard de phase (poignet). Ce résultat montre que les contraintes fortes d'équilibre dynamique et de synchronisation conduit le cavalier à exploiter les informations proprioceptives plus efficacement. **Membre inférieur & effet proprioception :** L'ANOVA met en évidence à ce niveau un effet principal Segment ($p < 0.001$) (figure 1). De plus, l'analyse révèle un effet principal proprioception ($p < 0.001$) ainsi qu'un effet d'interaction proprioception \times expertise ($p < 0.001$). L'ajout de la mousse sur la selle, l'interface des jambes ainsi que sous les pieds a augmenté la PR moyenne des novices tandis que celle des professionnels a légèrement diminué. La qualité du couplage observé chez le cavalier expert serait liée à une meilleure anticipation (proprioceptive) du mouvement du cheval. Ces résultats rejoignent aussi le constat de Peham et al. (2004) sur la probable prépondérance des informations tactiles et haptiques dans le contrôle de l'équilibre et de l'orientation des cavaliers synchronisé aux mouvements du cheval. Les résultats de ces analyses montrent que la suppression des informations auditives liées aux rotations du simulateur n'affecte pas la PR. La rythmicité des informations sonores n'a ni facilité ni dégradé à ce niveau d'analyse.

Les résultats montrent que entrées sensorielles varie avec le des cavaliers. Grâce à la taille plus échantillon, notre étude apporte de sur les déterminants de l'expertise L'expert ne modifie pas son mode le simulateur quel que soit la sollicitée contrairement aux détecterait les sources d'incertitudes rapidement et exploiterait plus informations proprioceptives encore fiables. La prise d'information des cheval à partir des rênes main avec le simulateur) semble majeur de l'expertise.

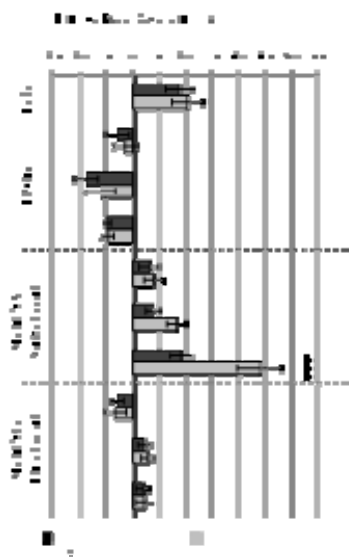


Figure 1. Phase relative moyenne en ($^{\circ}$) des différents segments étudiés selon le niveau d'expertise des cavaliers. Une PR égale à 0° informe que le segment étudié est en phase avec le mouvement du simulateur. Une PR négative ($- < 0^{\circ}$) indique que le segment étudié est en anticipation alors qu'une PR positive ($+ > 0^{\circ}$) signifie un retard du segment étudié est en anticipation alors qu'une PR positive ($+ > 0^{\circ}$) signifie un retard du segment étudié par rapport au mouvement du simulateur (réfèrent).

Références

- Ernst, M.O & Bühlhoff, H.H. (2004). Merging the senses into a robust percept. *Trends in cognitive sciences*, 8, 4, 162-169.
- Largarde, J., Peham, C., Licka & T., Kelso, J.A.S. (2005). Coordination dynamics of the horse-rider system. *Journal of motor behavior*, 37,6, 418-424.
- Peham, C., Licka, T., Schobesberger, H., & Meshan, E. (2004). Influence of the rider on the variability of the equine gait, *Human movement science*, 23, 663-671
- Vuillerme, N., Teasdale, N. & Nougier, V. (2001b). The effect of expertise in gymnastics on proprioceptive sensory integration in human subjects. *Neuroscience letter*, 311, 73-76.

L'altération des caractéristiques mécaniques musculo-articulaire ne conduit pas à une modification du couplage action-perception

Yannick Daviaux¹, Thibault Deschamps¹, Christophe Cornu¹

¹ Laboratoire « Motricité, Interactions, Performance » (EA 4334), Université de Nantes
yannick.daviaux@univ-nantes.fr

Introduction

La fonction sensorimotrice participe à la construction de la représentation du corps dans l'espace. Cette représentation est essentielle à la potentialisation corticale du couplage action-perception (CAP), étape prospective nécessaire à l'efficacité d'une action finalisée. Plusieurs études suggèrent que la modification du CAP due à un changement d'état émotionnel d'un individu résulterait d'altérations de la représentation du corps. Or, aucune étude n'a directement manipulé la fonction sensorimotrice pour tenter de mieux comprendre ce couplage entre perception et action. Il est généralement rapporté que les individus ayant répété plusieurs contractions musculaires excentriques présentent une altération de la fonction sensorimotrice, illustrée par une erreur d'appréciation de la position de leur articulation (Walsh et al., 2004). En effet, les dommages musculaires associés aux importantes contraintes pesant sur le système musculo-tendineux lors de contractions musculaires excentriques en modifient ses propriétés mécaniques. Ces modifications sont notamment marquées par une augmentation de la raideur passive des muscles mobilisés (Lacourpaille et al., 2014) et une augmentation du couple passif de l'articulation concernée (Whitehead et al., 2001). Puisque les afférences proprioceptives concernant les propriétés mécaniques passives du système musculaire participent au sens de la position de l'articulation mise en jeu (Proske & Gandevia, 2012), nous avons proposé de tester dans quelle mesure la modification des propriétés mécaniques musculaires locales (mesurées par élastographie) et globale (mesurée au cours d'un cycle charge-décharge) du système musculo-articulaire du coude altérerait la potentialisation du CAP pour une tâche d'estimation des capacités d'atteinte et de saisie manuelle d'une cible.

Méthode

Vingt-deux volontaires droitiers étaient aléatoirement répartis en deux groupes (excentrique vs. contrôle). Au cours d'une session de conditionnement, les participants réalisaient 7 séries de 10 répétitions de cycles flexion / extensions isocinétiques du coude (amplitude de 110° à 90°/s) dans le plan horizontal avec une abduction de l'épaule de 90°. La phase d'extension était accomplie soit au moyen d'une contraction excentrique des fléchisseurs du coude (G_{EXC}), soit en condition passive (G_{CTL}). Pour les deux groupes, le retour en position initiale était passif (isocinétique, 90°/s). Quatre sessions de mesure réparties sur trois jours ont été réalisées : avant (t_{0-PRE}), 20 minutes (t_{0-POST}), 24 heures (t_{+24h}) et 48 heures (t_{+48h}) après la session de conditionnement. Avec le coude positionné à 120° d'extension, chaque participant devait *estimer* la distance maximale de saisie un verre dans une condition expérimentale n'autorisant que l'extension de coude. Cette distance a été mesurée grâce à un dispositif dédié (BIO system, Oliveira et al., 2012) et normalisée par la longueur de bras des participants (*perceived- D_{max}*). Puis, le module d'élasticité (μ) des principaux muscles fléchisseurs du coude (BB *biceps brachii*, BA *brachialis*, et BR *brachioradialis*) a été mesuré par élastographie (Lacourpaille et al., 2014) pour caractériser les propriétés mécaniques musculaires locales. Le couple passif développé à l'articulation du coude a ensuite été mesuré au cours d'un cycle passif de charge / décharge (4°/s). Le coefficient directeur de l'asymptote (*Slope*) à la courbe représentant le couple en fonction de l'angle du coude a permis de caractériser les propriétés de raideur globale à l'articulation du coude, pour une extension de 120°. Une analyse de variance (ANOVA) Groupes ($\times 2$: G_{EXC} vs. G_{CTL}) \times Sessions ($\times 4$: t_{0-PRE} vs. t_{0-POST} vs. t_{+24h} vs. t_{+48h}) a été appliquée pour l'ensemble des variables dépendantes susmentionnées.

Résultats

Les analyses statistiques n'ont révélé aucune différence entre G_{EXC} et G_{CTL} pour toutes les valeurs à t_{0-PRE} , assurant ainsi que ces 2 groupes étaient comparables. Pour l'essentiel, les ANOVAs ont révélé un effet du facteur « Groupe » pour les variables représentatives des propriétés mécaniques musculo-articulaires : μ_{BB} , μ_{BA} et μ_{BR} étaient plus élevés dans le G_{EXC} que dans le G_{CTL} (+50.6%, +43.5%, et +31.5%, respectivement), et *Slope* était plus pentue en condition EXC qu'en condition CTL (0.024 vs. 0.015). Aucun effet significatif n'a été révélé par l'ANOVA pour *perceived-D_{max}*.

Discussion

Comme le montrent nos résultats, le conditionnement excentrique a modifié les caractéristiques mécaniques du système musculo-articulaire du coude. Pourtant, le CAP n'a pas été altéré. Les altérations de la fonction sensorimotrice consécutives à cette exercice sont généralement discutées au titre d'une composante centrale et d'une composante périphérique (Proske & Gandevia 2012). Aucune commande motrice n'était générée dans cette étude, et le bras des participants était maintenu à l'horizontal (condition passive statique) : seuls les afférences périphériques auraient été les acteurs majeurs de la fonction sensorimotrice dans la configuration anatomique adoptée. L'exercice excentrique n'altérant pas significativement le taux de décharge des fuseaux neuromusculaires quel que soit l'angle d'extension de coude (Gregory et al. 2004), et les faisceaux neuromusculaires n'étant pas sensibles aux changements de tension des éléments musculaires, nous pouvons supposer que les altérations des propriétés mécaniques musculaires n'aient pas été relayées aux centres corticaux impliqués dans la fonction sensorimotrice. Ceci expliquerait pourquoi le couplage action-perception n'a pas été altéré dans le groupe EXC.

Références

- Gregory, J.E., Morgan, D.L., & Proske, U. (2004). Responses of muscle spindles following a series of eccentric contractions. *Experimental Brain Research*, 157, 234–240.
- Oliveira, J.M., Volchan, E., Vargas, C.D., Gleiser, S., & David, I.A. (2012). Box for interaction with objects (BIO): a new device to synchronize the presentation of objects with electrophysiological recordings. *Behavior Research Methods*, 44, 1115–1120.
- Proske, U., & Gandevia, S.C. (2012). The proprioceptive senses: their roles in signaling body shape, body position and movement, and muscle force. *Physiological Review*, 92, 1651-1697.
- Lacourpaille, L., Nordez, A., Hug, F., Couturier, A., Dibie, C., & Guilhem, G. (2014). Time-course effect of exercise-induced muscle damage on localized muscle mechanical properties assessed using elastography. *Acta Physiologica*, 211, 135-146.
- Walsh, L.D., Hesse, C.W., Morgan, D.L., & Proske, U. (2004). Human forearm position sense after fatigue of elbow flexor muscles. *The Journal of Physiology*, 558, 705–715.
- Whitehead, N.P., Weerakkody, N.S., Gregory, J.E., Morgan, D.L. & Proske, U. (2001). Changes in passive tension of muscle in humans and animals after eccentric exercise. *The Journal of Physiology*, 533, 593-604.

Optimisation proprioceptive cutanée de cheville : un effet différencié selon le profil sensoriel des sujets

Sébastien Pavaille^{1,2}, Frédérique Hintzy¹, Nicolas Horvais^{1,2} & Nicolas Forestier¹

¹ Laboratory of Exercise Physiology (EA4338), University of Savoy.

²Salomon SAS, Amer Sports Footwear Laboratory of Biomechanics and Exercise Physiology
sebastien.pavaille@univ-savoie.fr

Introduction

De nos jours, il n'existe pas de consensus sur l'influence des supports externes de cheville sur le système neuromusculaire. Les nombreuses études qui se sont intéressées à l'effet de ces supports sur l'acuité proprioceptive font état de résultats controversés. Cette hétérogénéité pourrait trouver une explication dans l'existence de profils sensoriels différents qui reposent sur une utilisation plus ou moins importante des informations proprioceptives des chevilles, mis en lumière par deux études sur le contrôle proprioceptif de la posture (Isableu & Vuillerme, 2006; Kluzik, Horak, & Peterka, 2005). Récemment, une méthode de perturbation proprioceptive basée sur la vibration musculaire a été proposée pour déterminer le profil sensoriel des sujets lors d'une tâche posturale (Brumagne, Janssens, Knapen, Claeys, & Suuden-Johanson, 2008). Cette méthode permet notamment de calculer le poids relatif des informations proprioceptives originaires de la cheville dans le contrôle de la posture. L'objectif de ce travail consiste donc à déterminer si l'effet d'un chausson d'optimisation proprioceptive cutanée enveloppant les chevilles sur le contrôle postural dépend du profil sensoriel des sujets.

Méthodes

Vingt-six sujets masculins actifs (âge $24,4 \pm 5,2$ ans) ont participé à cette étude. Il leur était demandé de se tenir debout les yeux fermés sur une plateforme de force (50 Hz, Satel) dans deux conditions : pieds nus (PN) ou en portant un chausson enveloppant les chevilles (CH). Chacune des conditions comprenait deux essais pendant lesquels une vibration (60 Hz, 0,5 mm, VB115, TechnoConcept) était appliquée soit au niveau des tendons fibulaires, soit au niveau des muscles paraspinaux lombaires (Brumagne et al., 2008). Chaque essai durait 40 secondes, et la vibration débutait 10 secondes après le début de l'essai et durait 20 secondes. Un indice de pondération proprioceptive (POND) a été calculé comme suit (Brumagne et al., 2008) :

$$POND = \frac{|CP_{vibrFIB}| - |CP_{base}|}{(|CP_{vibrFIB}| - |CP_{base}|) + (|CP_{vibrPS}| - |CP_{base}|)} \times 100$$

CP_{base} représente la position antéropostérieure moyenne du centre des pressions sur les 10 s précédant la vibration, $CP_{vibrFIB}$ et CP_{vibrPS} la position antéropostérieure sur les 20 s de vibration des tendons fibulaires et des muscles paraspinaux, respectivement. Un indice *POND* (%) de 100% indique un poids relatif des informations proprioceptives originaires de la cheville de 100% dans le contrôle de la posture. Un t-test apparié a été utilisé pour comparer les données des conditions PN et CH. Le coefficient de corrélation de Pearson (r) a été calculé pour déterminer si la différence d'indice *POND* entre les conditions CH et PN était associée à l'indice *POND* en condition PN. Les sujets ont ensuite été séparés en un groupe « cheville dépendant » (Ch+) et un groupe « non cheville dépendant » (Ch-) selon que leur indice *POND* en condition PN était élevé ou faible, respectivement. Les valeurs d'indice *POND* ont alors été comparées avec une ANOVA 2x2 (deux groupes x deux conditions chaussant) à mesures répétées. Le niveau de significativité a été fixé à $P < 0,05$ pour tous les tests statistiques.

Résultats

Pour le groupe entier de sujets, aucune différence significative d'indice *POND* n'a été observée entre les conditions PN et CH. La différence d'indice *POND* entre les conditions CH et PN était

fortement négativement corrélée à l'indice *POND* en condition PN ($r = -0,87$, $P < 0,01$, Figure 1). Enfin, un effet significatif d'interaction entre groupe et condition chaussant a été observé ($F(1, 48) = 31,79$, $P < 0,001$), montrant que l'indice *POND* était significativement plus élevé en condition CH qu'en condition PN uniquement pour le groupe Ch-.

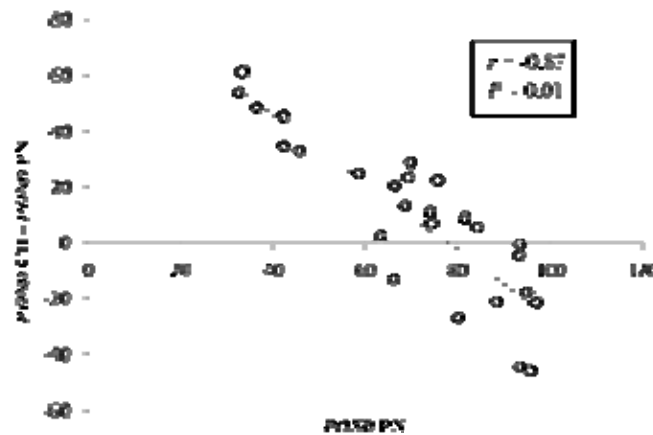


Figure 1. Nuage de points de la différence d'indice de pondération proprioceptive entre les conditions chausson et pieds nus (POND CH – POND PN) en fonction de l'indice de pondération proprioceptive en condition pieds nus (POND PN).

Discussion

Cette étude montre qu'un chausson enveloppant les chevilles permet d'augmenter le poids relatif des informations proprioceptives originaires de la cheville dans le contrôle de la posture uniquement chez les sujets accordant peu de poids à ces informations en condition pieds nus (groupe Ch-). Ces résultats sont à rapprocher de ceux de deux précédentes études (Isableu & Vuillerme, 2006; Kluzik et al., 2005) qui supposaient l'existence de deux stratégies distinctes pour le contrôle de la posture, l'une basée sur l'utilisation de signaux proprioceptifs de chevilles, l'autre sur l'utilisation de signaux graviceptifs. La présente étude fournit des éléments supplémentaires suggérant que les sujets utilisant une stratégie « proprioceptive cheville » (ici groupe Ch+) auraient eu suffisamment de retours proprioceptifs « intrinsèques » émanant des chevilles et n'auraient ainsi pas tiré parti de la stimulation « extrinsèque » du chausson. À l'inverse, les sujets utilisant une stratégie « graviceptive » (ici groupe Ch-) auraient utilisé la stimulation due au chausson et repondéré à la hausse les signaux proprioceptifs de cheville. Cette étude confirme donc l'effet différencié d'un support externe de cheville en fonction du profil sensoriel des sujets et questionne la généralisation de tels dispositifs dans le monde du sport et ou de la réhabilitation. Dans ce cas, une inclusion des sujets préalable au test de tels supports semble donc nécessaire, sur la base de leur utilisation des informations proprioceptives de cheville.

Références

- Brumagne, S., Janssens, L., Knapen, S., Claeys, K., & Suuden-Johanson, E. (2008). Persons with recurrent low back pain exhibit a rigid postural control strategy. *European Spine Journal: Official Publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society*, 17(9), 1177–84.
- Isableu, B., & Vuillerme, N. (2006). Differential integration of kinaesthetic signals to postural control. *Experimental Brain Research*, 174(4), 763–8.
- Kluzik, J., Horak, F. B., & Peterka, R. J. (2005). Differences in preferred reference frames for postural orientation shown by after-effects of stance on an inclined surface. *Experimental Brain Research*, 162(4), 474–89.

Session Orale N°19

Biologie musculaire

(Modérateur : Vincent Pialoux)

La neuréguline1, un facteur biologique impliqué dans les adaptations à l'entraînement ?

Pascal Sirvent¹, Gaël Ennequin¹, Kevin Caillaud¹, Vivien Chavanelle¹, Monique Etienne¹, Nathalie Boisseau¹

¹ Université Clermont Auvergne, Université Blaise Pascal, EA 3533, Laboratoire des Adaptations Métaboliques à l'Exercice en Conditions Physiologiques et Pathologiques (AME2P)
pascal.sirvent@univ-bpclermont.fr

Introduction

La neuréguline1 (NRG1) a été beaucoup étudiée dans un contexte de physiopathologie cardiovasculaire. Des travaux plus récents sur des cellules musculaires *in vitro* ont suggéré qu'elle pourrait être impliquée dans la régulation du métabolisme du glucose (*Canto et al., 2004*). De plus, il a été montré qu'en réponse à l'exercice physique, cette protéine pouvait être activée. Une revue de synthèse récente suggère donc que ce mécanisme pourrait expliquer en partie certains effets bénéfiques de l'activité physique chronique sur le métabolisme énergétique (*Guma et al., 2010*). A partir de ces données, nous avons conduit différents travaux, sur des modèles animaux (rongeurs sains, obèses, diabétiques ou vieux), mais aussi chez l'homme (obèse avec ou sans diabète associé), afin de mieux comprendre le rôle de la NRG1 dans la régulation du métabolisme énergétique (et plus particulièrement du glucose), ainsi que l'impact de l'exercice physique aigu et chronique sur cette voie de signalisation.

La voie de signalisation de la NRG1 n'est pas altérée dans différentes situations de pathologies métaboliques

Dans une première série d'expérimentations, nous avons envisagé l'hypothèse d'une altération de l'activité de la neuréguline dans différents contextes pathologiques associés avec une atteinte de la tolérance au glucose (obésité, insulino-résistance, diabète, vieillissement). Quelle que soit la situation pathologique étudiée, nous n'avons mis en évidence aucune atteinte de la voie de signalisation de la neuréguline, aussi bien chez l'animal que chez l'homme. Ces premiers travaux nous permettent de conclure que la neuréguline ne semble pas être impliquée dans les anomalies du métabolisme glucidique rencontrées dans ces différents contextes pathologiques (*Ennequin et al., 2015*).

La NRG1 est impliquée dans la régulation du métabolisme du glucose chez le rongeur *in vivo*

Dans un deuxième temps, nous avons évalué dans quelle mesure les observations précédemment effectuées *in vitro* sur des cultures cellulaires ou des tissus isolés pouvaient se traduire au niveau systémique par un impact significatif de la NRG1 sur l'homéostasie glucidique. Des injections aiguës et chroniques de NRG1 ont été réalisées chez des rongeurs sains, diabétiques ou vieillissants. Les résultats montrent une amélioration de la tolérance au glucose chez les animaux traités avec la NRG1, aussi bien en aiguë que suite à un traitement prolongé sur plusieurs semaines. L'impact bénéfique de la NRG1 sur le métabolisme glucidique semble être expliqué majoritairement par une diminution de la production hépatique de glucose. Contrairement à ce qui a été observé précédemment *in vitro*, l'injection systémique de NRG1 ne semble pas impacter le muscle squelettique *in vivo*. L'amélioration de la tolérance au glucose est observée aussi bien chez les rongeurs sains qu'en situation de diabète ou chez les animaux vieillissants, ce qui permet d'envisager des perspectives thérapeutiques intéressantes dans un contexte pathologique d'insulino-résistance (*Ennequin et al., 2015*).

L'activité physique permet d'activer la NRG1 chez le rongeur et chez l'homme

L'exercice physique chronique est reconnu pour son impact bénéfique sur l'organisme, notamment

dans différentes situations de pathologies métaboliques associées à une intolérance au glucose, comme par exemple le diabète de type 2. Etant donné l'impact bénéfique de la NRG1 sur le métabolisme glucidique, nous avons formulé l'hypothèse selon laquelle l'activité physique représenterait un moyen efficace de stimuler la voie de la neuréguline. Nos travaux se sont donc poursuivis avec l'étude de l'impact de protocoles d'exercices aigus et chroniques sur l'activité de la neuréguline dans différents contextes pathologiques liés à une atteinte de la tolérance au glucose (rongeurs obèses ou vieillissants, homme obèse avec ou sans diabète associé). Les résultats montrent une activation de la voie de la NRG1 dans le muscle squelettique suite aux protocoles d'activité physique effectués chez le rongeur obèse ou vieillissant (*Ennequin et al., 2015*). Ces données mettent en évidence le rôle majeur joué par l'exercice physique, capable d'activer la voie de signalisation de la NRG1 dans le muscle alors même qu'un traitement pharmacologique ne montrait aucun impact significatif sur ce phénomène. Les résultats obtenus sur les modèles animaux ont par la suite été confirmés chez l'homme obèse suite à un protocole d'exercice chronique qui a permis d'augmenter la concentration de NRG1 circulante. Un fait intéressant de cette dernière étude réside dans le potentiel de l'exercice physique pour stimuler la synthèse de NRG1 aussi bien chez le sujet ne présentant aucun trouble du métabolisme du glucose que chez le sujet diabétique, laissant suggérer que l'augmentation de NRG1 circulante induite par l'activité physique chronique pourrait participer à l'amélioration de l'homéostasie glucidique associée à cette prise en charge.

Conclusion

En conclusion, ces différents travaux permettent de mettre en évidence :

- Que la NRG1 n'est pas altérée dans différentes situations de maladies métaboliques et ne serait donc pas impliquée dans les dysfonctions du métabolisme glucidique retrouvées dans ces états pathologiques.
- Qu'un traitement à la NRG1 aigu ou chronique conduit à une amélioration de la tolérance au glucose chez le rongeur sain ou atteint de maladie métabolique, laissant entrevoir des perspectives intéressantes sur le plan thérapeutique notamment dans un contexte de diabète de type 2.
- Que l'activité physique conduit à une activation de la NRG1 dans le muscle chez le rongeur et à une augmentation de sa concentration circulante chez l'homme, laissant suggérer que la modulation de cette voie de signalisation serait un mécanisme biologique permettant d'expliquer, au moins en partie, les effets bénéfiques de l'exercice physique sur l'homéostasie glucidique.

Références

- Canto, C., Suarez, E., Lizcano, J., Grino, E., Shepherd, P., Fryer, L., Carling, D., Bertran, J., Palacin, M., Zorzano, A. & Guma, A. (2004). Neuregulin signalling on glucose transport in muscle cells. *Journal of Biological Chemistry* 279(13), 12260-8.
- Ennequin, G., Boisseau, N., Caillaud, K., Chavanelle, V., Gerbaix, M., Metz, L., Etienne, M., Walrand, S., Masgrau, A., Guillet, C., Courteix, D., Niu, A., Li, Y., Capel, F. & Sirvent, P. (2015). Exercise training and well-balanced diet activates the neuregulin 1 / ErbB pathway in skeletal muscle of obese rats. *Journal of Physiology* Mar 27.
- Ennequin, G., Boisseau, N., Caillaud, K., Chavanelle, V., Etienne, M., Li, X. & Sirvent, P. (2015). Neuregulin 1 improves glucose tolerance in db/db mice. *Plos One* (accepted for publication).
- Ennequin, G., Boisseau, N., Caillaud, K., Chavanelle, V., Etienne, M., Li, X., Montaurier, C. & Sirvent, P. (2015). Neuregulin 1 affects leptin levels, food intake and weight gain in normal-weight, but not obese, db/db mice. *Diabetes & Metabolism* 41(2), 168-72.
- Guma, A., Martinez-Redondo, V., Lopez-Soldada, I., Canto, C., & Zorzano, A. (2010). Emerging role of neuregulin as a modulator of muscle metabolism. *American Journal of Physiology, Endocrinology and Metabolism* 298(4), E742-50.

Régénération musculaire, infiltrations graisseuses et effets de l'hypoactivité

A. F. Pagano¹, R. Demangel¹, T. Brioché¹, E. Jublanc¹, C. Bertrand-Gaday¹, R. Candau¹, C. A. Dechesne², C. Dani², A. Bonnieu¹, G. Py¹, A. Chopard¹

¹ Université de Montpellier, INRA, UMR866 Dynamique Musculaire et Métabolisme, F-34060, Montpellier, France

² Université Nice-Sophia Antipolis, iBV, CNRS UMR7277, INSERM U1091, 06107 Nice
pagano.allan@gmail.com

Introduction

La plasticité du tissu musculaire squelettique se traduit par la capacité du muscle à s'adapter aux conditions environnementales tant sur le plan quantitatif (hypertrophie/atrophie) que sur le plan qualitatif (shift phénotypique, fatigabilité, perte de force). Une autre forme de plasticité musculaire s'exprime également lors de la régénération musculaire. Le tissu musculaire est en effet capable, après avoir subi une blessure, de mettre en place des mécanismes de régénération permettant *in fine* de reconstruire un tissu musculaire et de le rendre à nouveau fonctionnel. La littérature scientifique démontre que lorsque les processus de régénération sont perturbés, une apparition d'IMAT (intermuscular adipose tissue) est observée (Contreras-Shannon et al., 2007). Il est également démontré que la présence d'IMAT au sein du tissu musculaire est corrélée avec une dysfonction musculaire (Marcus et al., 2010). Des études récentes mettent en évidence que, en plus du rôle primordial des cellules satellites dans ces mécanismes de régénération, il existe de nombreuses populations de cellules présentes dans l'environnement musculaire, essentielles pour une bonne régénération (Judson et al., 2013). Les études de Joe et al. (2010) et Heredia et al. (2013) ont notamment démontré le rôle important des progéniteurs fibro/adipogéniques (FAPs), cellules souches d'origine mésenchymateuse, dans les mécanismes de régénération. Ces mêmes cellules sont également impliquées dans la formation d'IMAT lorsque la régénération est perturbée (Uezumi et al., 2011). L'apparition et le développement d'IMAT restent peu étudiés et soulèvent encore de nombreuses questions. Un modèle animal expérimental (basé sur une injection intramusculaire de glycérol), provoquant une régénération musculaire avec apparition d'IMAT a été validé (Pisani et al., 2010). L'objectif de notre étude est d'évaluer les effets d'une hypoactivité induite par le modèle « hindlimb unloading » (HU) sur le développement des IMAT induit par l'injection de glycérol dans le muscle tibialis antérieur chez la souris.

Matériel et Méthodes

Les expérimentations ont été conduites sur des souris femelles âgées de 6 mois (masse = 25.4g ±0.44). Toutes les souris ont été injectées avec 25µl d'une solution de glycérol 50% dans le tibialis antérieur droit (TA_d) ou 25µl de sérum physiologique dans le tibialis antérieur gauche (TA_g) puis immédiatement réparties selon 2 groupes expérimentaux : groupe contrôle (CTL) et groupe « hindlimb unloading » (HU). Les animaux ont ensuite été sacrifiés 21 jours post-injection (n=6 par groupe) et les muscles d'intérêts ont été rapidement prélevés et conservés pour des analyses histologiques et biochimiques. Les surfaces de section (CSA) des fibres musculaires ainsi que l'accumulation d'IMAT ont été quantifiées par analyses histomorphométriques. L'adipogenèse induite par ce modèle de régénération a été examinée par RT-qPCR et Western Blot.

Résultats/Discussion

Le modèle expérimental utilisé (injection intramusculaire de glycérol) a induit, conformément à la littérature (Pisani et al., 2010) une accumulation d'IMAT atteignant 2,83% de la section musculaire totale dans le groupe contrôle (Figure 1A). Par contre, cette accumulation d'IMAT a été largement inhibée lorsqu'une situation d'hypoactivité (condition HU) a été imposée pendant le processus de régénération (0.09%, Figure 1B). Cette inhibition de l'accumulation d'IMAT était concomitante avec la diminution de l'expression protéique de perilipin et FABP4, deux marqueurs de la présence

d'adipocytes matures. De plus, l'expression génique de PPAR γ et C/EBP α , deux facteurs de transcription indispensables au processus d'adipogenèse, était également diminuée en condition HU. Enfin, l'expression protéique de PDGFR α , un marqueur de surface des FAPs, était également diminuée dans le TAG-HU. Dans leur ensemble, ces résultats démontrent clairement une diminution de l'accumulation d'IMAT lors d'un processus de régénération en condition d'hypoactivité.

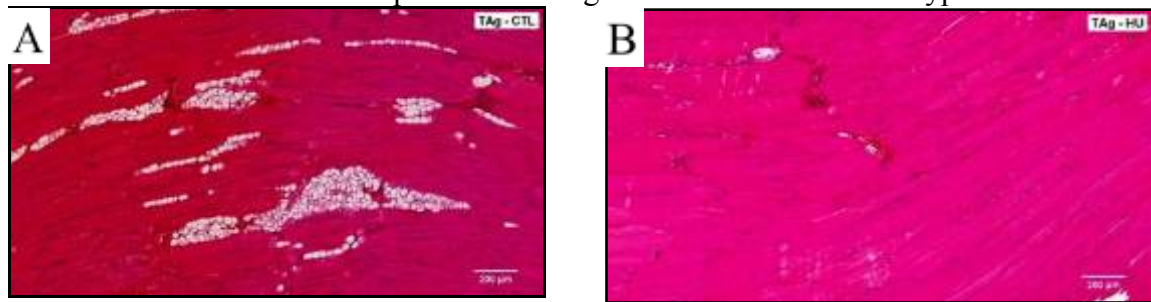


Figure 1. Sections longitudinales de TAG, colorés à l'hématoxyline-éosine-safran, des groupes CTL (A) et HU (B)

Conclusion

L'objectif principal de cette étude était d'évaluer les effets d'une situation d'hypoactivité lors d'un processus de régénération musculaire avec accumulation d'IMAT. Nos résultats démontrent que la réduction d'activité est capable d'inhiber cette accumulation d'IMAT normalement observée dans le modèle expérimental utilisé. Ces observations contribuent, dans le domaine des traumatismes sportifs, à la compréhension et à la caractérisation des mécanismes régulant l'accumulation des infiltrations graisseuses/fibreuses lors des processus de régénération musculaire.

Références

- Contreras-Shannon, V., Ochoa, O., Reyes-Reyna, S. M., Sun, D., Michalek, J. E., Kuziel, W. A., McManus, L. M. & Shireman, P. K. 2007. Fat accumulation with altered inflammation and regeneration in skeletal muscle of CCR2 $^{-/-}$ mice following ischemic injury. *Am J Physiol Cell Physiol*, 292, C953-67.
- Heredia, J. E., Mukundan, L., Chen, F. M., Mueller, A. A., Deo, R. C., Locksley, R. M., Rando, T. A. & Chawla, A. 2013. Type 2 innate signals stimulate fibro/adipogenic progenitors to facilitate muscle regeneration. *Cell*, 153, 376-388.
- Joe, A. W., Yi, L., Natarajan, A., Le Grand, F., So, L., Wang, J., Rudnicki, M. A. & Rossi, F. M. 2010. Muscle injury activates resident fibro/adipogenic progenitors that facilitate myogenesis. *Nat Cell Biol*, 12, 153-163.
- Judson, R. N., Zhang, R. H. & Rossi, F. M. 2013. Tissue-resident mesenchymal stem/progenitor cells in skeletal muscle: collaborators or saboteurs? *FEBS J*, 280, 4100-8.
- Marcus, R. L., Addison, O., Kidde, J. P., Dibble, L. E. & Lastayo, P. C. 2010. Skeletal muscle fat infiltration: impact of age, inactivity, and exercise. *J Nutr Health Aging*, 14, 362-6.
- Pisani, D. F., Bottema, C. D., Butori, C., Dani, C. & Dechesne, C. A. 2010. Mouse model of skeletal muscle adiposity: a glycerol treatment approach. *Biochem Biophys Res Commun*, 396, 767-773.
- Uezumi, A., Fukada, S., Yamamoto, N., Ikemoto-Uezumi, M., Nakatani, M., Morita, M., Yamaguchi, A., Yamada, H., Nishino, I., Hamada, Y. & Tsuchida, K. 2014. Identification and characterization of PDGFR α (+) mesenchymal progenitors in human skeletal muscle. *Cell Death Dis*, 5, e1186.
- Uezumi, A., Ito, T., Morikawa, D., Shimizu, N., Yoneda, T., Segawa, M., Yamaguchi, M., Ogawa, R., Matev, M. M., Miyagoe-Suzuki, Y., Takeda, S., Tsujikawa, K., Tsuchida, K., Yamamoto, H. & Fukada, S. 2011. Fibrosis and adipogenesis originate from a common mesenchymal progenitor in skeletal muscle. *J Cell Sci*, 124, 3654-64.

18 ans déjà... la myostatine, une protéine « majeure » dans le remodelage du tissu musculaire squelettique

Christelle Ramonatxo¹, Narjes Baati¹, Barbara Vernus¹ & Anne Bonniou¹

¹ Laboratoire « Dynamique Musculaire et Métabolisme » (UMR866), Université Montpellier-INRA
christelle.ramonatxo@univ-montpl.fr

Depuis sa découverte en 1997, la myostatine (mstn), de part les espoirs thérapeutiques qu'elle suscite, ne cesse d'intéresser la communauté scientifique et sportive. Son inactivation génétique, pharmacologique ou naturelle induit un phénotype d'hypertrophie musculaire dans différentes espèces (Figure 1).



Figure 1. Phénotype d'hypertrophie musculaire liée à l'inactivation de la myostatine dans différentes espèces.

De gauche à droite: le modèle génétique murin knock-out (McPherron et al., 1997), le bœuf dit culard (Grobet et al., 1997), le chien (Mosher et al., 2007) et un cas recensé chez l'homme (Schuelke et al., 2004).

Or, l'atrophie musculaire, caractérisée par la fonte des muscles squelettiques, peut survenir à n'importe quel âge suite à une absence ou à une diminution de l'activité de contraction musculaire. Elle est une conséquence fréquente de nombreuses maladies ou infections chroniques telles que les dystrophies musculaires, la sarcopénie, le diabète, le sida, et le cancer. Malheureusement, à l'heure actuelle, il n'existe aucun traitement satisfaisant contre cette atrophie musculaire qui associée à une perte de fonction musculaire, est responsable d'une morbidité et d'une mortalité accrues.

La recherche de nouvelles approches thérapeutiques représente donc un enjeu majeur. Il est aujourd'hui démontré que des traitements utilisant des anticorps anti-myostatine induisent une hypertrophie et un maintien de la masse musculaire. Les essais cliniques chez l'homme, sain âgé ou atteint de myopathies, sont déjà en cours, et certainement des pratiques dopantes dans le monde sportif. Ces constats obligent à explorer les conséquences fonctionnelles et métaboliques de cette inhibition sur le muscle au-delà de l'aspect structurel (augmentation masse musculaire).

A partir d'une analyse des études récentes dans le domaine, cette communication se centrera sur l'impact de la déficience en mstn sur le remodelage de muscle squelettique, et aura pour objectif de faire le point sur les connaissances scientifiques actuelles autour de cette stratégie thérapeutique. Les modifications métaboliques (altération du métabolisme oxydatif, dysfonctionnement mitochondrial) et fonctionnelles (force maximale augmentée ou préservée, force spécifique diminuée, fatigabilité accrue) du muscle squelettique seront abordées via les résultats des études utilisant les différents modèles actuels d'inhibition de cette protéine musculaire (Amthor et al. 2007 ; Ploquin et al., 2012 ; Giannesini et al. 2013 ; Relizani et al., 2014 ; Mouisel et al., 2014). Les réussites et échecs des études à visée thérapeutique chez l'homme ou dans le modèle murin seront discutés (Smith et al., 2013 ; Hoogars et al., 2012 ; Gallot et al., 2014). Enfin, des données sur la capacité ou non de remodeler ou « optimiser » ce tissu hypertrophique via l'exercice physique (Matsakas et al., 2010 & 2012; Mosler et al., 2014) et des activateurs pharmacologiques du métabolisme oxydatif aussi appelés « mimétiques de l'exercice » (Pauly et al., 2014) seront présentées en conclusion.

Références

- McPherron, AC., Lawler, AM. & Lee SJ. (1997). Regulation of skeletal muscle mass in mice by a new TGF-beta superfamily member. *Nature*, 387(6628):83-90.
- Grobet, L., Martin, LJ., Poncelet, D., Pirottin, D., Georges, M. (1997). A deletion in the bovine myostatin gene causes the double-muscling phenotype in cattle. *Nat Genet*, 17(1):71-4.
- Mosher, DS., Quignon, P., Bustamante, CD., Sutter, NB., Mellersh, CS., Parker, HG., Ostrander, EA. (2007). A mutation in the myostatin gene increases muscle mass and enhances racing performance in heterozygote dogs. *PLoS Genet*, 3(5):e79.
- Schuelke, M., Wagner, KR., Stolz, LE., Hübner, C., Riebel, T., Kömen, W., Braun, T., Tobin, JF., Lee, SJ. (2004). Myostatin mutation associated with gross muscle hypertrophy in a child. *N Engl J Med*, 350(26):2682-8.
- Mouisel E, Relizani K, Mille-Hamard L, Denis R, Hourdé C, Agbulut O, Patel K, Arandel L, Morales-Gonzalez S, Vignaud A, Garcia L, Ferry A, Luquet S, Billat V, Ventura-Clapier R, Schuelke M, Amthor H. (2014). Myostatin is a key mediator between energy metabolism and endurance capacity of skeletal muscle. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*; 307(4):R444-54
- Relizani K, Mouisel E, Giannesini B, Hourdé C, Patel K, Morales Gonzalez S, Jülich K, Vignaud A, Piétri-Rouxel F, Fortin D, Garcia L, Blot S, Ritvos O, Bendahan D, Ferry A, Ventura-Clapier R, Schuelke M, Amthor H. (2014) Blockade of ActRIIB signaling triggers muscle fatigability and metabolic myopathy. *Mol Ther*; 22(8):1423-33.
- Pauly M, Chabi B, Favier FB, Matecki S, Fouret G, Bonafos B, Vernus B, Feillet-Coudray C, Coudray C, Bonniou A, Ramonatxo C. (2014) Combined Strategies for Maintaining Skeletal Muscle Mass and Function in Aging: Myostatin Inactivation and AICAR-Associated Oxidative Metabolism Induction. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*; Sep 16. pii: glu147.
- Amthor H, Macharia R, Navarrete R, Schuelke M, Brown SC, Otto A, Voit T, Muntoni F, Vrbóva G, Partridge T, Zammit P, Bunker L, Patel K. (2007) Lack of myostatin results in excessive muscle growth but impaired force generation. *Proc Natl Acad Sci U S A*; 104(6):1835-40.
- Mosler S, Relizani K, Mouisel E, Amthor H, Diel P (2014). Combinatory effects of siRNA-induced myostatin inhibition and exercise on skeletal muscle homeostasis and body composition. *Physiol Rep*;2(3):e00262.
- Hoogaars WM, Mouisel E, Pasternack A, Hulmi JJ, Relizani K, Schuelke M, Schirwis E, Garcia L, Ritvos O, Ferry A, Amthor H. (2012). Combined effect of AAV-U7-induced dystrophin exon skipping and soluble activin Type IIB receptor in mdx mice. *Hum Gene Ther* ;23:1269-79.
- Gallot YS, Durieux AC, Castells J, Desgeorges MM, Vernus B, Plantureux L, Rémond D, Jahnke VE, Lefai E, Dardevet D, Nemoz G, Schaeffer L, Bonniou A, Freyssen DG. (2014). Myostatin gene inactivation prevents skeletal muscle wasting in cancer. *Cancer Res*;74(24):7344-56.
- Matsakas A, Macharia R, Otto A, Elashry MI, Mouisel E, Sartori R, Amthor H, Sandri M, Narkar V, Patel K. (2012). Exercise training attenuates the hypermuscular phenotype and restores skeletal muscle function in the myostatin null mouse. *Exp Physiol*; 97(1):125-40.
- Matsakas A, Mouisel E, Amthor H, Patel K. Myostatin knockout mice increase oxidative muscle phenotype as an adaptive response to exercise. (2010) *J Muscle Res Cell Motil*;31(2):111-25.
- Smith RC, Lin BK. Myostatin inhibitors as therapies for muscle wasting associated with cancer and other disorders. (2013) *Curr Opin Support Palliat Care*; 7(4):352-60.
- Ploquin C, Chabi B, Fouret G, Vernus B, Feillet-Coudray C, Coudray C, Bonniou A, Ramonatxo C. Lack of myostatin alters intermyofibrillar mitochondria activity, unbalances redox status, and impairs tolerance to chronic repetitive contractions in muscle. (2012) *Am J Physiol Endocrinol Metab*;302:E1000-8.
- Giannesini B, Vilmen C, Amthor H, Bernard M, Bendahan D. Lack of myostatin impairs mechanical performance and ATP cost of contraction in exercising mouse gastrocnemius muscle in vivo. (2013). *Am J Physiol Endocrinol Metab*; 305(1):E33-40.

Influence des fluctuations métaboliques sur les voies de signalisation de l'AMPK, p38-MAPK et CaMKII dans le muscle squelettique chez l'homme

Adrien Combes¹, Jeanne Dekerle², Nick Webborn², Peter Watt², Valérie Bougault¹, Frédéric N. Daussin¹

¹URePSSS – Equipe 1 : Activité Physique, Muscle, Santé. Université de Lille ; ²Center for Sport Exercise Science and Medicine, Université de Brighton, Grande Bretagne
frederic.daussin@univ-lille2.fr

Introduction

L'exercice en endurance entraîne des adaptations musculaires bénéfiques pour la santé comme l'augmentation de la densité mitochondriale (Holloszy 2008). L'exercice est un puissant stimulateur de l'expression de peroxisome proliferator-activated receptor- γ coactivator-1 α (PGC-1 α) reconnu comme le régulateur principal de la biogenèse mitochondriale (Kelly & Scarpulla 2004). Cependant le rôle de l'intensité, de la durée et du volume de l'exercice sur l'expression de PGC-1 α et des voies de signalisation situées en amont ne sont pas clairement identifiés. Une meilleure connaissance de l'influence des caractéristiques de l'exercice permettrait d'en améliorer la prescription.

Les voies de signalisation de l'AMP-activated protein kinase (AMPK), p38 mitogen-activated protein kinase (MAPK) and calcium/calmodulin-dependent protein kinase (CaMKII) sont connues comme étant situées en amont de PGC-1 α . Après avoir identifié l'intensité de l'exercice comme un facteur central de l'activation de ces kinases et de l'expression de PGC-1 α (Egan et al. 2010), l'implication des variations métaboliques, induites par l'alternance de blocs de haute et de faible intensité, est de plus en plus questionnées. Cependant, les études précédente ont comparé des exercices d'intensité différente ce qui rend difficile l'interprétation des résultats..

L'objet de notre étude était d'explorer l'implication des variations métaboliques sur l'activation des voies de signalisation situées en amont de PGC-1 α en utilisant un exercice continu et un exercice intermittent isocaloriques de même intensité.

Matériel et méthode

Neuf hommes ont effectué un exercice incrémental exhaustif sur ergocycle afin de déterminer leur puissance maximale aérobie (PMA). Ils ont ensuite effectué, de manière randomisée, deux exercices : 1) un effort continu (CON) de 30 minutes à 70% de PMA et 2) un exercice intermittent (INT) de 1 heure en alternant 1 minute d'effort à 70% de PMA avec 1 minute de récupération passive. Des biopsies musculaires au niveau du vaste externe ont été prélevées au repos puis à la fin de l'exercice et 3 heures après la fin de l'exercice. Les prélèvements ont été congelés directement et l'activation des kinases (AMPK, CaMKII et p38-MAPK) a été quantifiée par western-blot.

Les fluctuations métaboliques ont été déterminées à partir de la mesure de la consommation d'oxygène (VO₂) en cycle à cycle au cours de ces deux exercices. Un index de fluctuation de la

VO₂ (IFO) a été utilisé :
$$IFO = \frac{A \cdot RR_{mean}}{T} \sum_t A \cdot RR \text{ en mL}^2 \cdot \text{sec}^{-2}$$
 ; où A correspond à l'augmentation de la VO₂ au cours du cycle respiratoire en mL, RR correspond à la vitesse d'augmentation de la VO₂ en mL·sec⁻¹ et t correspond à la durée de l'effort en secondes.

Résultats

Le travail total réalisé au cours des deux exercices est similaire entre les deux modalités d'exercice : 317 ± 41 kJ pour CON vs. 312 ± 56 pour INT. Cependant, les fluctuations métaboliques sont ~3 fois supérieures dans la modalité INT (4.5 ± 1.3 mL²·sec⁻² pour INT vs. 1.5 ± 0.4 mL²·sec⁻² pour CON). Les phosphorylations de l'AMPK, CamKII et p38-MAPK sont augmentées respectivement de ~2.9, ~2.7 and ~4.2 fois lors de la modalité INT tandis qu'aucun effet n'est observé sur la modalité CON (Figure 1). L'activation des kinases est plus importante lors de l'INT que le CON (interaction condition-temps, p<0,05).

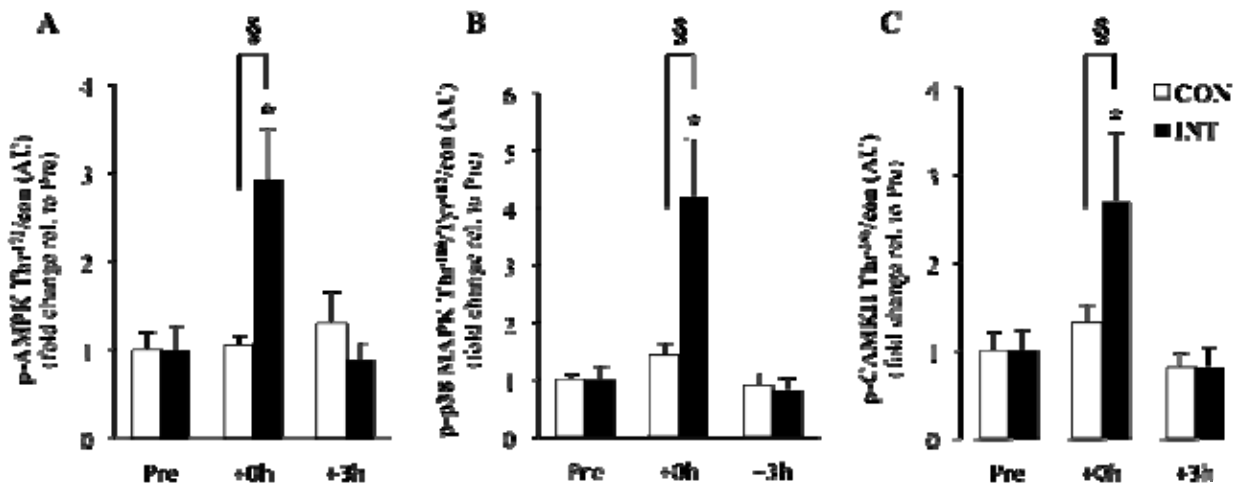


Figure 1 : Activation de voies de signalisation : effets de l'exercice sur la phosphorylation de l'AMPK (A), de p38-MAPK (B) et de CaMKII (C) immédiatement à la fin de l'exercice (+ 0h) et après une période de récupération (+ 3h). CON : exercice continu, INT : exercice intermittent, * $p < 0,05$ vs. valeur de repos, § $p < 0,05$ CON vs. INT.

Discussion - conclusion

Nos résultats suggèrent que la répétition des variations de la demande énergétique au cours de l'exercice active les kinases des voies de signalisation situées en amont de PGC-1 α de manière plus importante qu'un effort isocalorique réalisé en continu. Ces résultats pourraient s'expliquer : 1) par une potentialisation de l'activité des kinases liée à la période de récupération entre les efforts (Xiao et al. 2011) et 2) une autophosphorylation accrue des kinases prévenant leur désactivation lors des périodes de repos et permettant ainsi d'augmenter leur activité globale (Chin 2005). Ces résultats suggèrent que les variations métaboliques induites par un effort intermittent, même à faible intensité, permettrait de potentialiser les effets de l'entraînement en endurance. Des études sur des entraînements chroniques doivent être menées pour confirmer ces résultats.

Références

- Chin ER (2005) *Role of Ca²⁺/calmodulin-dependent kinases in skeletal muscle plasticity*. J Appl Physiol 99, 414–423.
- Egan B, Carson BP, Garcia-Roves PM, Chibalin AV, Sarsfield FM, Barron N, McCaffrey N, Moyna NM, Zierath JR & O'Gorman DJ (2010) *Exercise intensity-dependent regulation of peroxisome proliferator-activated receptor coactivator-1 mRNA abundance is associated with differential activation of upstream signalling kinases in human skeletal muscle*. The Journal of Physiology 588, 1779–1790.
- Holloszy JO (2008) *Regulation by exercise of skeletal muscle content of mitochondria and GLUT4*. J Physiol Pharmacol 59 Suppl 7, 5–18.
- Kelly DP & Scarpulla RC (2004) *Transcriptional regulatory circuits controlling mitochondrial biogenesis and function*. Genes Dev 18, 357–368.
- Xiao B, Sanders MJ, Underwood E, Heath R, Mayer FV, Carmena D, Jing C, Walker PA, Eccleston JF, Haire LF, Saiu P, Howell SA, Aasland R, Martin SR, Carling D & Gamblin SJ (2011) *Structure of mammalian AMPK and its regulation by ADP*. Nature 472, 230–233.

La perte musculaire dans la Broncho-Pneumopathie Chronique Obstructive: Développement d'un modèle murin pour comprendre

Clovis Chabert¹, Christophe Pison¹ & Hervé Dubouchaud¹

¹ Laboratoire de « Bioénergétique Fondamentale et Appliquée », Université Joseph Fourier.
clovis.chabert@gmail.com

Introduction

La BPCO associe un état inflammatoire et un état hypoxique – de transitoire à chronique – à l'origine d'altérations de l'environnement cellulaire, qui mènent au développement de nombreuses co-morbidités par le biais de complications cardiaque, métabolique, osseuse, neurologique ainsi que par une atteinte très forte du tissu musculaire[1]. En effet, l'évolution de la sévérité de la BPCO est à l'origine d'une atrophie musculaire des patients ainsi que d'une forte diminution des capacités oxydatives. Tout cela peut concourir à une diminution du niveau d'activité journalière des patients, les entraînant dans une spirale du déconditionnement qui impacte très fortement leur qualité de vie.

Or, il a été montré que la quantité de masse musculaire était corrélée à la survie des patients [2], conduisant ainsi à inclure la réhabilitation par l'exercice dans la prise en charge de la BPCO [4].

Cependant, le suivi d'une cohorte de 246 patients ayant réalisé un programme de réhabilitation à l'effort de 3 mois a montré que, bien qu'efficace pour 70% d'entre eux, cette prise en charge n'avait aucun effet bénéfique pour un tiers des sujets de l'étude [5]. Plus récemment, Turan & al [6] ont montré que tous les patients BPCO avaient des lacunes adaptatives plus ou moins marquées lors d'un réentraînement en comparaison à des sujets sains d'âge identique.

Afin de mieux comprendre les mécanismes mis en jeu, nous sommes partis du postulat que l'origine de cette non-réponse au réentraînement rencontrée chez un tiers des patients BPCO serait due à la combinaison des stress hypoxique et inflammatoire.

Pour cela, nous avons exposé des rats à un environnement Hypoxique Chronique (HC), combiné avec une atteinte Inflammatoire Chronique (IC) d'origine pulmonaire, induite par des instillations intra-pulmonaires de lipopolysaccharides (LPS). Afin de solliciter les mécanismes de contrôle de la masse musculaire de façon positive, nous avons provoqué une hypertrophie musculaire par surcharge fonctionnelle obtenue par ablation chirurgicale bilatérale des muscles agonistes du soléaire. Ainsi, en combinant ce modèle d'hypertrophie induite à nos conditions environnementales (HC et/ou IC), nous disposons d'un modèle permettant de préciser les rôles perturbateurs de l'HC et de l'IC, rencontrés chez le patient BPCO, sur les voies de signalisation impliquées dans le niveau de la protéosynthèse (akt-mTOR et MAPkinases).

Résultats

Tableau.1 : Effet du conditionnement sur le poids du muscle soléaire (en mg).

Sham : animaux opérés sans ablation ; Chir : animaux ayant subi l'ablation des muscles agonistes
Moyenne ± SEM; n = 6-8; *: Chir vs. Sham (p<0.05); \$: LPS & HC+LPS diff. de N & HC (p<0.05).
N : Normoxie ; LPS : Inflammation ; HC : Hypoxie Chronique ; HC + LPS : Hypoxie Chronique + Inflammation.

	N	LPS	HC	HC+LPS
Sham	152,9±5,7	163,4±7,8	153,4±2,4	156,4±6,2
Chir	179,3±11,0*	153,5±10,6 ^{\$}	202,6±5,9*	145,8±3,2 ^{\$}

Une semaine après la chirurgie, la pesée des muscles soléaires met en évidence une spécificité de la sensibilité de ce muscle au conditionnement subi par le rat. En effet, l'HC n'a aucune répercussion sur les capacités d'hypertrophie du muscle soléaire alors que l'IC inhibe complètement l'augmentation de sa masse à 7 jours après l'acte chirurgical.

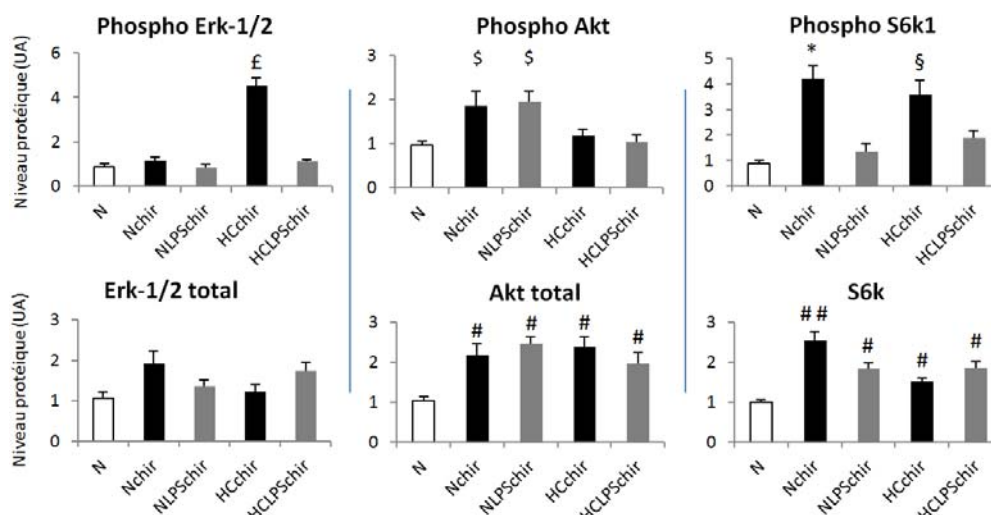


Figure 1. Effets du conditionnement sur différents acteurs protéiques impliqués dans la protéosynthèse au niveau du muscle soléaire. Moyenne \pm SEM; n = 6-8; £ : diff. de N, Nchir, NLPSchir, HCLPSchir ($p < 0.001$) ; \$: diff. N, HCchir, HCLPSchir ($p < 0.05$) ; * : diff. N, NLPSchir, HCchir, HCLPSchir ($p < 0.05$) ; # : diff. N, Nchir, NLPSchir, ($p < 0.05$) ; N : Normoxie ; LPS : Inflammation ; HC : Hypoxie Chronique ; HCLPS : Hypoxie Chronique + Inflammation ; chir : chirurgie.

Sur la figure 1, nous pouvons voir que HC et IC (représenté en gris) influencent différemment les protéines impliquées dans les voies de signalisation de la protéosynthèse. En effet, la phosphorylation de Erk1/2 augmente fortement en HC mais celle-ci semble inhibée par l'IC. La phosphorylation d'Akt est elle inhibée par l'HC alors que la protéine S6k1, située au bout de la voie Akt-mTOR, est quant à elle très sensible à l'IC indépendamment du conditionnement hypoxique.

Conclusion

L'HC et l'IC sont deux stimuli à l'origine de modifications différentes des voies de signalisation impliquées dans la protéosynthèse du muscle soléaire. Cependant, seul l'IC a des répercussions à la fois sur la masse musculaire et sur les voies de la protéosynthèse avec une modification de la phosphorylation de Erk1/2, et de S6K1. Cela est dû au fait que, lors d'une exposition à une HC, la voie Akt/mTOR est inhibée, avec une compensation via la voie des MAPkinase (Erk1/2), afin de maintenir l'augmentation de la masse musculaire. Néanmoins, cette compensation ne semble plus possible lors de l'adjonction d'une IC. L'inflammation semble donc être le stimulus à l'origine du blocage des capacités hypertrophiques du muscle oxydatif au réentraînement, pouvant expliquer la non réponse à la réhabilitation de certains patients BPCO. Ce modèle semble pertinent pour tester des interventions pharmacologiques destinées à lever cette inhibition, étape importante dans la prise de masse musculaire.

Références

1. Boschetto, P., et al., *Link between chronic obstructive pulmonary disease and coronary artery disease: implication for clinical practice*. *Respirology*, 2012. 17(3): p. 422-31.
2. Marquis, K., et al., *Mid thigh muscle cross-sectional area is a better predictor of mortality than body mass index in patients with chronic obstructive pulmonary disease*. *Am J Respir Crit Care Med*, 2002. 166(6): p. 809-13.
3. From the global strategy for the diagnosis, m., and prevention for chronic obstructive lung disease, *Global initiative for chronic Obstructive Lung Disease (GOLD) 2011*. 2011. Available at www.goldcopd.org: p. 1-90.
4. Nici, L., et al., *American Thoracic Society/European Respiratory Society statement on pulmonary rehabilitation*. *Am J Respir Crit Care Med*, 2006. 173(12): p. 1390-413.
5. Cote, C.G. and B.R. Celli, *Pulmonary rehabilitation and the BODE index in COPD*. *Eur Respir J*, 2005. 26(4): p. 630-6.
6. Turan, N., et al., *A systems biology approach identifies molecular networks defining skeletal muscle abnormalities in chronic obstructive pulmonary disease*. *PLoS Comput Biol*, 2011

Session Orale N°20

Environnement psychosocial de la performance

(Modérateur : Nicolas Souchon)

Facteurs motivationnels associés aux mécanismes sociocognitifs d'autorégulation du dopage chez les sportifs de haut niveau

Karine Corrion¹, Stéphanie Scoffier-Mériaux¹, Alexandre Vidal¹ & Fabienne d'Arripe-Longueville¹

¹ Laboratoire « Motricité Humaine, Education, Sport, Santé » (EA 6312), Faculté des Sciences du Sport, Université de Nice Sophia Antipolis

Corrion@unice.fr

Introduction

L'intention de se doper chez les sportifs, elle-même fortement reliée au jugement d'acceptabilité du dopage, a été principalement étudiée à ce jour du point de vue de la théorie du comportement planifié et de la théorie de l'autodétermination (voir Ntoumanis et al., 2014 pour une méta-analyse). D'autres travaux basés sur la théorie sociocognitive de Bandura (Bandura et al., 2003) ont montré que l'efficacité autorégulatrice des affects et de la pression sociale était reliée directement et/ou par le biais du désengagement moral aux transgressions sportives (d'Arripe-Longueville et al., 2010). Certains mécanismes de désengagement moral (i.e., attribution de blâme ; déshumanisation ; déplacement et diffusion des responsabilités) et leur application au sport (Corrion et al., 2009) font implicitement référence aux attributions causales externes, dont les relations avec le dopage ont été récemment suggérées (Barkoukis et al., 2013).

Si les recherches portant sur les facteurs de risque de dopage chez les sportifs sont largement développées (e.g., Ntoumanis et al., 2014), les facteurs reliés aux mécanismes d'autorégulation des conduites de transgression sont peu identifiés, en particulier chez les sportifs d'élite. L'objet de cette étude était d'identifier les relations entre des facteurs motivationnels (i.e., styles attributionnels et motivation autodéterminée) et les mécanismes sociocognitifs d'autorégulation des conduites dopantes chez des sportifs de haut niveau.

Méthode

La population de notre étude était constituée de 264 athlètes (i.e., 182 hommes et 82 femmes) de haut niveau inscrits sur liste ministérielle, âgés de 14 à 24 ans ($M = 17.93$; $ET = 3.19$). Les sportifs pratiquaient des disciplines différentes de type collectif (e.g., Football, Basket-ball, Rugby) ou individuel (e.g., le patinage, la natation, le cyclisme, l'escalade). Dans le cadre de notre étude, six questionnaires ont été utilisés mesurant respectivement : (a) l'autodétermination (*BREQ-2*), (b) les attributions causales (*EMAC*), (c) l'efficacité autorégulatrice des affects (*EARAS*), (d) l'efficacité autorégulatrice de la pression sociale (*ERPSS*), (e) le désengagement moral, (*ECDMS*), (f) le jugement d'acceptabilité du dopage et l'intention de se doper (*JAMBYSQ*). La passation a duré en moyenne 20 minutes.

Résultats

Des analyses en pistes causales ont été conduites avec le logiciel AMOS 20.0. Ce modèle (Figure 1) a montré des indices d'ajustements satisfaisants. Il explique 43.8% de la variance de l'intention de se doper. Nos résultats montrent principalement que (a) seule la motivation extrinsèque est associée positivement et directement à l'intention de se doper ; (b) la dimension contrôlabilité des attributions causales est reliée à l'intention de dopage, d'une part par le biais de la motivation extrinsèque, et d'autre part, par le biais de la motivation intrinsèque, de l'efficacité autorégulatrice des affects et du désengagement moral ; (c) le locus de causalité externe est relié à l'intention de dopage par le biais de la motivation extrinsèque, des variables d'auto-efficacité régulatrice et du désengagement moral.

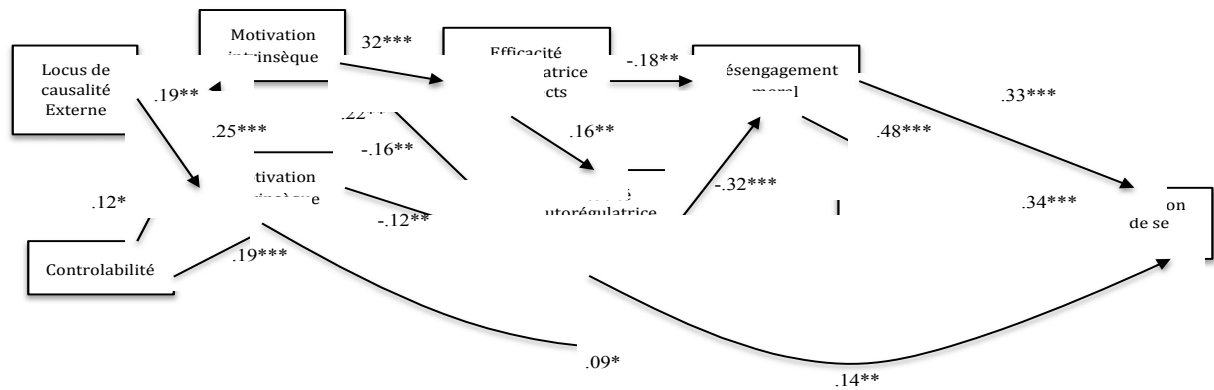


Figure 1. Modèle d'analyse en pistes causales examinant les relations entre les attributions causales, la motivation autodéterminée (i.e., motivation intrinsèque et extrinsèque) et les variables liées au dopage, par le biais des variables d'autorégulation (i.e., efficacité autorégulatrice des affects et de la pression sociale ; désengagement moral).

Notes. * $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$. $\chi^2(20) = 50.50$, CFI = .93, NFI = .90, RMSEA = .076.

Discussion

Les dimensions de locus de causalité externe et de contrôlabilité des attributions causales, et la motivation autodéterminée joueraient donc principalement un rôle indirect sur l'intention de dopage par le biais des variables sociocognitives d'autorégulation. Ces résultats sont consistants d'une part avec les travaux montrant les effets favorables des perceptions de contrôle (Weiner, 1986) et ceux ayant étudié les variables liées au dopage du point de vue de la théorie de l'autodétermination (e.g., Chan et al., 2015). Cette étude montre que les attributions causales et les motivations intrinsèque et extrinsèque sont des variables pertinentes à prendre en compte pour expliquer les mécanismes sociocognitifs d'autorégulation du dopage dans le domaine sportif. Ces résultats, s'ils sont confirmés, pourraient offrir des pistes de réflexion intéressantes en termes d'intervention, tant sur le registre du climat motivationnel à créer (soutenant l'autonomie) que du sentiment de contrôle à développer (en relation avec l'efficacité autorégulatrice).

Références

- Arripe-Longueville, F. (d'), Corrion, K., Scoffier, S., Roussel, P., & Chalabaev, A. (2010). Socio-cognitive self-regulatory mechanisms governing judgments of the acceptability and likelihood of sport cheating. *Journal of Sport and Exercise Psychology, 32*, 595-618.
- Bandura, A., Caprara, G. V., Barbaranelli, C., Gerbino, M., & Pastorelli, C. (2003). Role of affective self-regulatory efficacy in diverse spheres of psychosocial functioning. *Child Development, 74*, 769-782.
- Barkoukis, V., Lazuras, L., & Tsozbatzoudis, H. (2013). Beliefs about the causes of success in sports and susceptibility for doping use in adolescent athletes. *Journal of Sports Sciences, 32*, 212-219.
- Chan, D. K. C., Dimmock, J. A., Donovan, R. J., Lentillon-Kaestner, V., Hardcastle, S., & Hagger, M. S. (2015). Self-determined motivation in sport predicts anti-doping motivation and intention: A perspective from the trans-contextual model. *Journal of Science and Medicine in Sport, 18*, 315-322.
- Corrion, K., Long, T., Smith A. L., & Arripe-Longueville, F. (d') (2009). "It's not my fault; It's not serious": Athlete accounts of moral disengagement in competitive sport. *The Sport Psychologist, 23*, 388-404.
- Ntoumanis, N., Ng, J. Y., Barkoukis, V., & Backhouse, S. (2014). Personal and psychosocial predictors of doping use in physical activity settings: a meta-analysis. *Sports Medicine, 44*, 1603-1624.
- Weiner, B. (1986). *An attributional theory of achievement motivation and emotion*. NY: Springer-Verlag.

Les effets d'un dispositif de prévention antidopage centré « activité située »

Sara Mohamed & Denis Hauw

Institut des Sciences du Sport de l'Université de Lausanne (ISSUL)

Denis.hauw@unil.ch

Introduction

L'éducation est actuellement reconnue comme un volet essentiel de la lutte contre le dopage. De nombreux outils, programmes et dispositifs pédagogiques sont disponibles et se focalisent sur la peur de la sanction, les connaissances et les attitudes antidopage, les comportements vis-à-vis de l'usage des stéroïdes ou encore les décisions morales. Certains d'entre eux ont été testés avec des résultats contrastés (voir pour une revue Hauw, sous presse). Plusieurs auteurs ont souligné l'importance de développer des programmes d'éducation sur des périodes longues, et non sur des sessions isolées d'information (e.g., Backhouse & al., 2007). D'autres ont également souligné l'importance de situer cette éducation dans le contexte de l'athlète en tenant compte de ses préoccupations (e.g., Hauw & Bilard, 2012). Cette communication présente une analyse de cas détaillée des effets d'un dispositif de prévention antidopage centré « activité située » visant à répondre à ces deux dernières recommandations.

Participants

Deux sportives (m = 22 ans) ont été volontaires pour participer à cette étude. Elles pratiquaient l'athlétisme au niveau « élite » en demi-fond et lancers. Elles comptaient au moins une sélection internationale U23 et évoluaient en catégorie sénior depuis moins d'un an au début de l'étude.

Protocole de prévention

Le dispositif de prévention était individuel. Il visait l'atteinte des compétences en matière d'antidopage fixés par un cahier des charges (Hauw & Bayle, en révision). Il était composé de trois phases. (a) Le diagnostic. Il s'agissait d'évaluer l'expérience et les compétences en matière de préparation sportive et d'antidopage, réalisé avec un entretien de type « cours de vie sportive » (Hauw & Lemeur, 2011). Le test de connaissance antidopage *Franc Jeu* (WADA, 2014) a été administré. Les contenus de formation en fonction du cahier des charges ont ensuite été fixés; (b) Le suivi et l'accompagnement pendant six mois. Les participantes devaient procéder à la saisie hebdomadaire de données sur une plateforme internet *Esuivi*, portant sur six items relatifs à leur activité (i.e., « entraînement », « performance », « implication », « expérience globale », « changement », « consommation »). Durant cette même période, sept sessions de formation, sous la forme d'entretiens, étaient organisées mensuellement avec le chercheur, lors duquel étaient abordés : les significations associées à l'évolution des six items relatifs à leur activité par auto-confrontation aux données renseignées sur *Esuivi*, les préoccupations personnelles en matière de préparation sportive, des situations problématiques typiques en lien avec la consommation de produits et/ou le monde de l'antidopage. Ces situations étaient utilisées pour délivrer aborder les contenus de formation à acquérir.

Recueil de données

Les connaissances en matière d'antidopage (*Franc Jeu*, WADA 2014), ainsi que l'attitude des participants envers le dopage (version française de l'échelle PEA validée, Hauw & al. en révision) ont été évaluées avant et après l'intervention, ainsi qu'en retest, trois mois après l'intervention. Un entretien final de type « cours de vie sportive » a été réalisé à l'issue du protocole. La confrontation des participantes à l'ensemble des données du protocole de suivi et au résumé des six entretiens réalisés durant l'intervention a permis de recueillir leur expérience associée à la participation au programme dans son ensemble. Les données quantitatives (i.e., test de connaissance et version française de l'échelle PEA), ont été analysées en comparant les valeurs globales obtenues sur les échelles et les évolutions pré/post/retest, item par item. Les données qualitatives (i.e., les données

directes d'intervention et les entretiens initiaux et finaux) ont été analysées de façon à identifier des indicateurs de transformation de comportement et de changement dans l'organisation de l'activité.

Résultats

Tableau 1. Scores aux tests d'attitude (PEA) et de connaissance antidopage (WADA)

		Prétest	Post test	Retest
Echelle PEA (/102)	Sujet 1	43	42	32
	Sujet 2	32	28	20
Test de connaissance (/37)	Sujet 1	30	35	35
	Sujet 2	23	34	37

Les scores présentés dans le tableau 1 ont montré des transformations positives des attitudes favorables à l'antidopage, avec un effet retardé. Les tests de connaissance ont produit des résultats positifs et stables dans le temps.

L'analyse qualitative a fait émerger huit catégories thématiques caractérisant les changements de comportements : (a) des habitudes propres à l'antidopage (e.g, systématiser la validité d'un produit à partir de différents outils d'information), (b) des habitudes relatives à l'hygiène sportive (e.g, rééquilibrage de l'alimentation), (c) des habitudes relatives à l'entraînement sportif (e.g, récupération), (d) une réorganisation de l'importance relative donnée aux pratiques sportives parmi les autres aspects de la vie des athlètes (e.g, rééquilibrage, pas de focalisation excessive), (e) des focalisations plus contrôlées et rigoureuses vers des objectifs de performance (e.g, appropriation de l'outil de suivi à des buts de performance), (f) des évolutions des significations associées au dopage (e.g, plus grande lucidité par rapport à soi, construction d'un jugement sur l'actualité), (g) des modifications dans la gestion des crises (e.g., mieux comprendre ses échecs), (h) des relations interpersonnelles transformées (e.g, participation à la planification avec les coaches).

Discussion

Les compétences antidopage visées par ce protocole de formation ont été atteintes : les connaissances et les attitudes mesurées attestent d'une maîtrise et d'un contrôle des contraintes antidopage, les habitudes manifestées par les situations explicitées lors des entretiens rendent compte d'une transformation positive des comportements. De plus, le protocole a eu des effets dans l'activité des sportives dans différents registres, suggérant une transformation profonde leur activité. Enfin, les effets retardés positifs suggèrent que les transformations perdurent et s'amplifient avec le temps, comme si l'assimilation complète nécessitait de s'extraire de la focalisation antidopage imposée par le protocole.

Bibliographie

- Backhouse, S.H, McKenna, J., Robinson, S., & Atkin, A (2007). Attitudes, Behaviours, Knowledge and Education – Drugs in Sport: Past, Present and Future. Retrieved from http://www.wada-ama.org/rtecontent/document/Backhouse_et_al_Full_Report.pdf Accessed 28.5.2012.
- Hauw, D. (sous presse). *Psychologie du dopage*. Bruxelles, De Boeck.
- Hauw, D., & Bayle, E. (en révision). Managing antidoping education programmes and elite athlete careers. *Sport Management Review*.
- Hauw, D., & Bilard, J. (2012). Situated activity analysis of elite track and field athletes' use of prohibited performance-enhancing substances. *Journal of Substance Use*, 17(2), 183-197.
- Hauw, D., Crettaz von Rotten, F., Mohamed, S., & Antonini Philippe R. (en révision). *Validation of the French Version of the Performance Enhancement Attitude Scale*.
- Hauw D., & Lemeur Y. (2013). Organisation de l'expérience et cours de vie. In L. Albarello, E. Bourgeois, J.M. Barbier, & M. Durand (Eds.) *L'expérience au travail et en formation*. (pp. 163-191). Paris : PUF.

Le sentiment d'imposture : quelles relations avec les buts d'accomplissement ? Une étude exploratoire dans le cadre de la relation entraîneur-entraîné

David Trouilloud¹ & Sandrine Isoard-Gauthier¹

¹ Laboratoire Sport et Environnement Social, Université de Grenoble.
david.trouilloud@ujf-grenoble.fr

Introduction

Le sentiment d'imposture peut être défini comme une impression interne de fraude ressentie par un individu concernant ses performances dans certaines situations (Harvey & Katz, 1985). Ce sentiment d'imposture comprend trois dimensions principales : la croyance que les autres nous sur-estiment et qu'on ne mérite pas les réussites obtenues, le sentiment de les tromper, et la crainte que cette incompétence soit démasquée. Des travaux antérieurs (e.g., Leary, Patton, Orlando, Funk, 2000) indiquent que ce sentiment d'imposture est relié à plusieurs caractéristiques psychologiques négatives : une faible estime de soi, un faible sentiment d'efficacité personnelle, et une anxiété élevée. Certains auteurs (e.g., Bouffard, Chayer, & Sarrat-Vézina, 2011) proposent également que face à la crainte de la découverte de leur incompétence, les personnes ayant le sentiment d'être des imposteurs utiliseraient deux stratégies : l'évitement (e.g., fuir les situations où l'individu se sent incompétent) ou le travail acharné (e.g., redoubler d'efforts dans les situations où l'individu se sent incompétent). Cette thématique a très peu été explorée empiriquement dans la littérature (pour une exception, voir Kumar & Jagacinski, 2006) et jamais, à notre connaissance, en contexte sportif. Ainsi, notre étude se propose d'approfondir cette ligne de recherche, en analysant les relations entre le sentiment d'imposture et la nature des buts poursuivis par les athlètes dans le cadre de la relation entraîneur-entraîné. Plus précisément, deux objectifs ont été poursuivis : (1) appréhender l'existence de ce sentiment d'imposture chez des athlètes dans le cadre de la relation entraîneur-entraîné, et (2) évaluer les relations existantes entre ce sentiment d'imposture et les buts poursuivis par les athlètes, en se centrant sur les buts d'accomplissement proposés par le modèle 2X2 (Elliot & McGregor, 2001): les buts de performance-approche, de performance-évitement, de maîtrise-approche et de maîtrise-évitement. Concernant ce dernier objectif, les personnes éprouvant ce sentiment d'imposture étant considérées comme particulièrement sensibles au regard que les autres portent sur leur compétence, nous faisons l'hypothèse qu'elles ont tendance à adopter préférentiellement des buts de performance (approche et/ou évitement). D'autre part, et de manière complémentaire, la crainte de voir leur incompétence révélée publiquement peut amener ces individus à adopter des stratégies visant à masquer cette incompétence. Nous proposons donc que le sentiment d'imposture soit également lié à l'adoption de buts d'évitement (performance et/ou maîtrise).

Méthode

369 athlètes (69% d'hommes) pratiquant des sports individuels ou collectifs, âgés en moyenne de 21.15 ans (ET = 3.76), ont participé à cette étude. Ils ont répondu à un questionnaire mesurant (a) le sentiment d'imposture vis-à-vis de leur entraîneur (IS, Leary et al., 2000 ; e.g., *j'ai l'impression que je ne suis pas aussi bon que mon entraîneur le pense*), (b) leur tendance à adopter des buts de performance-approche (e.g., *il est important pour moi d'être meilleur que les autres*), de performance-évitement (e.g., *je veux éviter de faire moins bien que les autres*), de maîtrise-approche (e.g., *il est important pour moi de m'améliorer le plus possible*) et de maîtrise-évitement (e.g., *j'ai peur de ne pas pouvoir m'améliorer autant que possible*) (QAE-EPS, Schiano-Lomoriello, Cury & Da Fonseca, 2005), (c) leurs perceptions de compétence vis-à-vis de leur activité sportive (e.g., *j'ai le sentiment d'être compétent(e) dans la pratique de mon sport*), et (d) certaines caractéristiques individuelles et situationnelles (e.g., nombre d'heures d'entraînement).

Résultats

Des analyses préliminaires font tout d'abord apparaître des différences sexuées concernant le

sentiment d'imposture, conformément aux travaux antérieurs : les athlètes féminines ont reporté un sentiment d'imposture plus élevé que leurs homologues masculins ($p < .001$).

Des analyses de régression multiple ont été ensuite conduites afin d'évaluer les relations entre ce sentiment d'imposture et la tendance des athlètes à poursuivre certains buts d'accomplissement. Ces analyses révèlent que le sentiment d'imposture des athlètes vis-à-vis de leur entraîneur prédit positivement leur tendance à poursuivre plus particulièrement trois types de buts : les buts de maîtrise-évitement, de performance-évitement, et de performance-approche ($\beta = .29, .19, \text{ et } .22$, respectivement ; $p < .001$). Ces relations apparaissent après avoir contrôlé le sexe, l'âge, le nombre d'heures d'entraînement, et le sentiment de compétence des athlètes. En d'autres termes, plus l'athlète a le sentiment d'être un imposteur aux yeux de son entraîneur, plus il a tendance à privilégier des buts lui permettant d'une part d'éviter de démontrer son incompetence et/ou sa non-maîtrise de l'activité, et d'autre part de démontrer ses compétences. Les résultats relatifs à d'éventuelles modulations de ces liens par des caractéristiques individuelles et situationnelles seront présentés lors de la communication.

Discussion

Les résultats de cette étude mettent en avant l'existence de liens significatifs entre le sentiment d'imposture ressenti par les athlètes vis-à-vis de leur entraîneur et les buts d'accomplissement qu'ils poursuivent prioritairement. Plus précisément, les résultats font apparaître des relations entre le sentiment d'imposture et la tendance à privilégier des buts de performance et/ou des buts d'évitement. Ces éléments suggèrent que le fait de ressentir un sentiment d'imposture vis-à-vis de son entraîneur peut amener un athlète à adopter des stratégies particulières, notamment afin d'éviter d'être « démasqué ». Néanmoins, la nature synchronique et corrélationnelle des données recueillies dans cette étude ne permet pas de tirer des conclusions solides concernant la causalité entre le sentiment d'imposture et les buts d'accomplissement. Des protocoles expérimentaux et/ou longitudinaux doivent être encouragés dans cette direction.

Références principales

- Bouffard, T., Chayer, M., & Sarrat-Vézina, E. (2011). Validation d'un questionnaire du sentiment d'imposteur pour enfants et adolescents (QSIEA). *Revue canadienne des sciences du comportement*, 43(1), 13-19.
- Elliot, A., & McGregor, H. (2001). A 2 x 2 achievement goal framework. *Journal of Personality and Social Psychology*, 80(3), 501-519.
- Harvey, J., & Katz, C. (1985). *If I'm so successful, why do I feel like a fake?*. New York: Random House, Inc.
- Kumar, S., & Jagacinski, C. (2006). Imposters have goals too: The imposter phenomenon and its relationship to achievement goal theory. *Personality and Individual Differences*, 40(1), 147-157.
- Leary, M., Patton, K., Orlando, A., & Funk, W. (2000). The impostor phenomenon: Self-perceptions, reflected appraisals, and interpersonal strategies. *Journal of Personality*, 68, 725-756.

Le « Parental Involvement in Sport Questionnaire » : un test d'invariance multi-groupe pour les comportements du père vs. de la mère

Lienhart¹, N., Nicaise¹, V., Martinet¹, G., Guillet¹, E., & Bois², J.

¹ Centre de Recherche et d'Innovation sur le Sport, Université de Lyon - Lyon 1, France

² Laboratoire AP, Performance et Santé, Université de Pau et des Pays de l'Adour, France

lienhart.noemie@etu.univ-lyon1.fr

Introduction

Compte tenu de l'importance des parents dans la socialisation des enfants pour le sport (Brustad, 1988), il apparaît intéressant de s'intéresser à leurs comportements. Si de nombreuses études concernent les perceptions du climat créé par les entraîneurs, très peu portent sur la perception du climat créé par les parents (Harwood, Keegan, Smith & Raine, 2015). Le style parental se définit comme un ensemble d'attitudes adopté par les parents envers l'enfant qui crée un climat émotionnel (Darling & Steinberg, 1993). Le Parental Involvement in Sport Questionnaire permet d'évaluer quatre types de comportements parentaux spécifiques au contexte sportif (investissement actif, félicitations et compréhension, comportements directifs, pression). Il a été utilisé dans des travaux récents sur les relations parents-enfant dans le sport, en Espagne (Sanchez-Miguel, Leo, Sanchez-Oliva, Arnado & Garcia-Calvo, 2013) et en France (Bois, Lalanne & Delforge, 2009). Cependant, aucune de ces études n'a vérifié l'invariance de cet outil. Les différences trouvées entre les deux parents pourraient donc provenir de l'outil de mesure en lui-même. Ainsi, l'objectif de cette étude était d'évaluer l'invariance de la mesure du PISQ pour les données relatives aux pères et aux mères.

Méthode

L'échantillon comprenait 303 jeunes sportifs volontaires (114 filles et 189 garçons âgés de 16 ans \pm 1,6). Les adolescents pratiquaient, pour la plupart des sports collectifs, en moyenne 12,1 heures \pm 3,2 par semaine et depuis 8,11 ans \pm 3,4. Ils ont remplis pour chacun de leurs parents la version française et adaptée (Bois, et al., 2009) du PISQ. Le questionnaire comporte 16 items regroupés en quatre types de comportements mesurés par quatre items chacun (voir Tableau 1). Les sportifs ont répondu sur une échelle de type Likert allant de *jamais* (1) à *toujours* (5).

Pour tester la validité de construit du questionnaire, deux analyses factorielles confirmatoires (une pour les perceptions du père et une pour les perceptions de la mère) ont été réalisées sur Lisrel 8.7 en utilisant la méthode d'estimation du maximum de vraisemblance. Par la suite, une analyse multi-groupe a été réalisée (perception des comportements du père vs. de la mère). Les invariances configurale, métrique, scalaire et stricte ont été testées successivement (Gregorich, 2006).

Tableau 1 : Items utilisés du PISQ et coefficients de saturations standardisés

Comportements directif	Investissement actif	Félicitations et Compréhension	Pression
« Dans le cadre de ton sport, est-ce que ton père / ta mère ... »			
« Te fait remarquer ce que tu as mal fait après un match raté ? » (p=.69, m=.59)	« Adapte les horaires des repas pour que tu puisses t'entraîner ou participer aux matchs ? » (p=.59, m=.43)	« Te félicite pour tes efforts après un match ? » (p=.81, m=.71)	« Te met la pression pour gagner ? » (p=.81, m=.75)
« Te dit comment gérer la rencontre avant le match ? » (p=.77, m=.81)	« T'encourage à lui parler des problèmes ou des questions que tu te poses par rapport à ton sport ? » (p=.72, m=.55)	« Montre qu'il/elle comprend ce que tu ressens à propos de ton sport ? » (p=.70, m=.60)	« Te met la pression pour t'améliorer sans cesse ? » (p=.87, m=.84)
« Te dit comment tu pourrais améliorer ta technique ? » (p=.85, m=.85)	« Discute de tes progrès avec ton entraîneur ? » (p=.67, m=.62)	« Te félicite pour les bonnes choses que tu as faites même quand tu rates ? » (p=.85, m=.85)	« Te met la pression dans cette activité ? » (p=.90, m=.87)

m=.82)		un match ? » (p=.70, m=.76)	
« Te dit ce que tu dois faire pendant les matchs ? » (p=.67, m=.63)	« Joue un rôle actif dans la vie du club ? » (p=.48, m=.57)	« Te félicite pour avoir tenté des choses après un match ? » (p=.71, m=.69)	« Te met la pression pour que tu réalises ses propres désirs ? » (p=.64, m=.53)

Notes. p, père ; m, mère.

Résultats

Les indices d'ajustement aux données de l'analyse factorielle confirmatoire étaient satisfaisants pour le questionnaire mère et père (voir Tableau 2). Les poids factoriels étaient tous supérieurs à .40 et tous significatifs ($t > 1.96$).

Tableau 2 : Indices d'ajustement aux données

	χ^2	p	df	RMSEA	90%IC	NNFI	CFI
Père	257.08	<.001	98	.073	.062-.084	.960	.970
Mère	296.13	<.001	98	.082	.071-.093	.940	.950
Invariance configurale	538.60	<.001	202	.077	.070-.085	.951	.959
Invariance métrique	594.59	<.001	218	.079	.072-.086	.950	.954

L'analyse multi-groupe a mis en évidence des indices d'ajustement aux données satisfaisants pour les invariances configurale et métrique (voir Tableau 2). De plus, la différence de CFI entre l'invariance configurale et l'invariance métrique est inférieure à .01 (Gregorich, 2006). Le troisième model (l'invariance scalaire) n'a pas convergé.

Discussion

Le but de l'étude était d'évaluer l'invariance de la mesure du PISQ pour les données relatives aux pères et aux mères. Afin que les comparaisons futures entre les comportements des deux parents aient du sens, il semble primordial de s'assurer de l'invariance entre les items évaluant les comportements du père et ceux évaluant les comportements de la mère. Les résultats montrent que le PISQ est partiellement invariant entre les deux échantillons testés. En effet, les coefficients de saturation standardisés n'étaient pas significativement différents entre les deux échantillons (*i.e.*, invariance métrique). Par conséquent, les items du PISQ mesurent la même chose pour les deux groupes. Cependant, les résultats ne mettent pas en évidence une égalité entre les deux échantillons dans les constantes (*i.e.*, invariance scalaire) et les résidus (*i.e.*, invariance stricte). Ainsi, les recherches futures devraient à nouveau étudier l'invariance factorielle du PISQ afin de vérifier si la non invariance scalaire et stricte était un résultat spécifique à cet échantillon.

Références

- Bois, J. E., Lalanne, J., & Delforge, C. (2009). The influence of parenting practices and parental presence on children's and adolescents' pre-competitive anxiety. *Journal of sports sciences*, 27, 995-1005.
- Brustad, R. J. (1988). Affective outcomes in competitive youth sport : the influence of intrapersonal and socializing factors. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 10, 307-321. Repéré <http://journals.humankinetics.com/AcuCustom/Sitename/Documents/DocumentItem/9354.pdf>
- Gregorich, S. E. (2006). Do self-report instruments allow meaningful comparisons across diverse population groups? Testing measurement invariance using the confirmatory factor analysis framework. *Medical Care*, 44, S78-S94.

Session Orale N°21

Expérience des enseignants d'EPS et formation

(Modérateur : Benoît Huet)

Circonstances de formation permettant d'améliorer la satisfaction professionnelle d'enseignants novices en EPS

Jérôme Amathieu¹ & Sébastien Chaliès¹

UMR EFTS (MA 122), ESPE, Université de Toulouse J. Jaurès
amathieu.jerome@gmail.com

Introduction

Les politiques européennes soulignent la nécessité d'optimiser la formation des travailleurs pour réduire leurs problèmes de santé au travail notamment dans les métiers de l'enseignement (Comité syndical européen de l'éducation, 2009). Un questionnement des relations entre la formation professionnelle et la santé au travail au sens de sa capacité à y agir, invite à s'arrêter sur le concept de satisfaction professionnelle. Elle est actuellement définie comme un sentiment de plaisir (Duffy & Lent, 2009) qui apparaît lorsque le travailleur constate une adéquation entre les attentes qu'il s'était fixées et les résultats obtenus suite au travail engagé. La satisfaction est soumise à l'influence de différents facteurs dont la formation. La possibilité d'établir ce lien entre la satisfaction professionnelle et la formation est significative chez les enseignants novices (EN). En effet, les premières années d'enseignement sont vécues comme les plus stressantes et épuisantes. Des dispositifs d'accompagnement professionnel permettent de soutenir émotionnellement les EN et d'accroître la qualité de leur travail, ce qui au final impacte positivement leur satisfaction et leur santé. L'accompagnement professionnel des EN en EPS par leur tuteur de terrain (T), professeur d'EPS expérimentés, semble particulièrement bénéfique. En livrant autant de conseils d'ordre professionnel que d'encouragements, les T contribuent à la formation professionnelle des EN mais aussi de leur satisfaction au travail. A notre connaissance, aucune étude n'a toutefois analysé les retombées effectives du tutorat mixte sur la satisfaction au travail des EN en EPS. L'objet de cette recherche se situe donc à ce niveau. Elle cherche plus précisément à identifier les conditions dans lesquelles l'activité d'un collectif de formateurs (formateur universitaire (FU) STAPS-T) a des retombées sur la satisfaction d'EN.

Cadre théorique

Le principe de l'alternance entre situations de formation au travail et situations de travail a été conceptualisé à partir de postulats empruntés à un programme de recherche sur la formation professionnelle, dont les soubassements épistémologiques sont issus d'une « anthropologie culturaliste » (Bertone, Chaliès, & Clot, 2009) principalement inspirée de la philosophie analytique de Wittgenstein. Dans la lecture théorique proposée, se former au travail revient à (apprendre à) mener des actions gouvernées par des « règles » et/ou à (apprendre à) réaliser des actions qui sont considérées comme conformes au suivi de règles de métier, par une communauté de professionnels familiarisés. Ces règles sont des expériences normatives situées acceptées par la communauté professionnelle, rendant intelligibles, anticipables et évaluables les actions de chacun. Cet apprentissage nécessite théoriquement l'engagement des formateurs dans une activité d'enseignement ostensif par laquelle ils fondent la signification d'expériences considérées comme exemplaires de règles professionnelles. Pour ce faire, ils dressent pour chacune de ces expériences jugées et/ou enseignées un « lien de signification » liant, (i) une expérience langagière visant à nommer un fait ou une action, (ii) les exemples, décrits, donnés à visionner, utilisés comme exemples emblématiques et (iii) les résultats attendus dans la communauté enseignante. Les formateurs doivent ensuite s'engager dans une nouvelle activité d'accompagnement des premiers suivis des règles par les EN. Par cet accompagnement, les formateurs visent à rendre possible la réalisation des actions attendues par les EN mais aussi à faire en sorte que les premiers suivis des règles de métier aboutissent aux résultats attendus. La satisfaction de l'EN dans son activité d'enseignement a été considérée comme directement corrélée au jugement de justesse et de correction du travail au regard de la norme attendue du point de vue des EN, c'est-à-dire corrélée à une « authentification rétrospective » (Chauviré, 2010) par ces derniers de ce qui était attendu. La

satisfaction est alors consubstantielle au constat par les EN des résultats attendus suite à leurs premiers suivis de toute règle préalablement enseignée par les formateurs mais non encore apprise.

Méthode

Le dispositif support de ces études de cas était celui des visites formatives réalisées dans le cadre du MEEF EPS à l'ESPE. Ces visites mobilisaient une triade EN-T-FU. Elles se structuraient autour d'une leçon menée par l'EN avec sa classe sous l'observation conjointe du T et du FU et d'un temps de formation de type entretien de conseil pédagogique (ECP). Cette étude a été réalisée avec deux triades volontaires constituées d'une EN, d'une T et d'un FU. Deux catégories de données ont été recueillies afin d'être retranscrites *verbatim* et traitées. Pour chacune des visites, la leçon et l'ECP ont été filmés. Avec les notes prises par les formateurs, ils constituent des données dites « extrinsèques ». Des données dites « intrinsèques » ont ensuite été recueillies lors d'entretiens d'autoconfrontation (EAC) de chacun des acteurs. Pour chaque temps, chacun des acteurs de la triade a réalisé un EAC. Les EAC ont été conduits de façon à pouvoir reconstituer *a posteriori* les règles suivies par les acteurs. Pour identifier et formaliser les règles apprises et/ou suivies par les différents acteurs, nous avons adopté la procédure proposée par Chaliès, *et al.* (2010). La satisfaction est identifiable lors des leçons lorsque l'EN exprime un jugement de satisfaction suite au constat de l'obtention de résultats attendus lors du suivi de la règle.

Résultats

Les cas présentés permettent de décrire des circonstances de formation source de satisfaction chez l'EN. Les formateurs tentent de « dé-satisfaire » l'EN pour l'engager dans l'apprentissage d'une nouvelle règle. Suivie de façon conforme, cette dernière sera source de satisfaction pour l'EN. Les formateurs procèdent alors à un enseignement de règles qui s'ancrent dans les pratiques existantes de l'EN afin que ce conseil soit perçu comme accessible. En aménageant les conditions des premiers suivis de la règle, les formateurs permettent à l'EN de constater les résultats attendus.

Discussion

Nos résultats montrent la difficulté des EN d'EPS à s'évaluer avec justesse par rapport aux normes posées par les formateurs et une prise de conscience progressive de leur perception de leur leçon. En proposant une insatisfaction comme source d'apprentissage, les formateurs proposent de combler un besoin justifié. Ils alors tissent des relations humaines de confiance avec les EN afin de pouvoir les conseiller et les *dé-satisfaire* sans pour autant les déstabiliser. Afin d'engager les transformations professionnelles envisagées chez l'EN, nos résultats soulignent l'intérêt d'aménager les modalités d'usage des conseils des formateurs afin de faciliter les premiers suivis par les EN de la règle enseignée dans leur contexte d'exercice au cœur de la leçon d'EPS. La formation est interrogée dans ses aménagements en vue d'offrir aux EN l'opportunité de modifier leur pratique.

Références

- Bertone, S., Chaliès, S., & Clot, Y. (2009). Contribution d'une théorie de l'action à la conceptualisation et à l'évaluation des pratiques réflexives dans des dispositifs de formation initiale des enseignants. *Le Travail Humain*, 72 (2), 104-125.
- Chaliès, S., Bruno, F., Méard, J., & Bertone, S. (2010). Training preservice teachers rapidly: the need to articulate the training given by university supervisors and cooperating teachers. *Teaching and Teacher Education*, 26, 764-774.
- Chauviré, C. (Ed.). (2010). *Wittgenstein en héritage. Philosophie de l'esprit, épistémologie, pragmatisme*. Paris : Kimé.
- Comité Syndical Européen de l'Education (2009). *Système d'évaluation des risques, inclusion des dangers psychosociaux dans le dialogue social, et stratégies syndicales en matière de santé et de sécurité*. Rapport du séminaire du CSEÉ sur le stress lié au travail des enseignants. Bruxelles : CSEE.
- Duffy R., & Lent R. (2009). Test of a social cognitive model of work satisfaction in teachers. *Journal of Vocational Behavior*, 75, 212-223.

Du ressenti à l'observation du corps vivant : étude de l'engagement professionnel des enseignants d'EPS

Nicolas Burel^{1, 2}, Sabine Cornus^{1, 2} & Bernard Andrieu²

¹ Faculté des Sciences du Sport de l'Université de Strasbourg ;

² Centre d'Etude des Transformations des Activités Physiques et Sportives (CETAPS) de l'Université de Rouen (EA 3832)

nburel@unistra.fr

Introduction

L'émersiologie (Andrieu & Burel, 2014) est un modèle permettant de faire dialoguer des regards scientifiques différents afin d'analyser la complexité des comportements émergents. Fondé sur le paradigme éactif, le concept pose la primauté du corps sur la conscience du sujet. De ce point de vue l'enracinement corporel du système acteur-environnement (corps vivant) inaugure l'émergence d'une conscience (corps décrit) à travers la mobilisation de ressentis (corps vécu).

La particularité de l'émersiologie est de faire un pas supplémentaire en direction de la réalité synchronique de l'expérience du sujet. En effet, là où la méthodologie classique de recherche borne les possibilités d'accès à l'expérience à une capacité de conscientisation/verbalisation (e.g., Theureau, 1992) et/ou de retour psychophénoménologique sur le vécu (e.g., Vermersch, 1999), la méthode émersiologique s'appuie sur le croisement de ces matériaux en première personne faible par des observations comportementales afin de rendre compte de l'impact de l'immersion de l'individu dans une situation complexe. Elle est notamment utile à l'étude de l'engagement des enseignants d'Education Physique et Sportive (EPS), puisqu'elle contribue à pallier aux phénomènes de déni ou de parole empêchée.

Dans l'exercice de son métier, l'enseignant d'EPS est potentiellement soumis à un stress environnemental susceptible de mener à l'épuisement de ses ressources. Ainsi, entre climat de confiance et de défiance, semble se jouer une trame particulière appelant à la construction par l'enseignant de compétences émotionnelles éactées (Burel, 2014). Or si l'engagement personnel quotidien dans une relation pédagogique dysfonctionnelle est un facteur de risque d'épuisement, c'est paradoxalement au travers de ce même engagement que l'enseignant peut construire le sens eudémonique de son métier et s'épanouir (Bakker & Demerouti, 2007). Comment témoigner dès lors de cet engagement, avant même que l'enseignant n'en ait conscience ? Quel lien entre les ressentis et les manifestations comportementales émergentes ? Que nous révèle la triangulation des corps vivant - vécu – décrit ?

Etude

L'étude porte sur cinq enseignants d'EPS (deux hommes, trois femmes) en poste dans deux collèges de la périphérie strasbourgeoise. Il a été demandé à chaque sujet de remplir quatre tests psychométriques différents quelques minutes avant la conduite de la leçon puis quelques minutes à l'issue de celle-ci : un test d'engagement en situation professionnelle (UWES), un test d'anxiété (STAI-Yab), un test de burnout (MBI-ed), et enfin un test de flow-at-work (WO.L.F.). La leçon a été filmée à la fois par une caméra fixe (plan plein pied sur l'enseignant) et une caméra embarquée. Le lendemain de la leçon, une autoconfrontation vidéo a eu lieu. Au cours de celle-ci, chaque sujet était invité à se replonger dans l'expérience vécue pour signaler à l'aide d'une échelle visuelle analogique (EVA) les changements de ressentis émotionnels qu'il percevait.

Une méthodologie mixte permettant de trianguler les données issues de différentes dimensions a été mise en œuvre. Elle a permis de croiser l'observation comportementale de l'engagement du corps de l'enseignant, codée seconde par seconde, et l'analyse en première personne du ressenti.

Résultats

L'activation du corps vivant repérée dans des gestes spontanés et inconscients (e.g., micro-démangeaisons, soupirs) anticipe les orientations positive ou négative et la variation de l'intensité du ressenti émotionnel estimé par le sujet lors de l'autoconfrontation. En effet, l'augmentation de la fréquence et des durées respectives de ces types de gestes semble ici traduire un inconfort grandissant, une tension, actualisés par la suite dans l'apparition soudaine d'une émotion négative, puis à terme dans une réaction comportementale volontaire destinée à résoudre cette tension (e.g., remontrance, sanction). Ainsi, chaque changement négatif du niveau émotionnel déclaré est précédé d'une augmentation de fréquence des gestes spontanés (Figure 1). Ces gestes dits *émersifs* semblent alors fonctionner comme un signal d'alerte face à un inconfort grandissant.

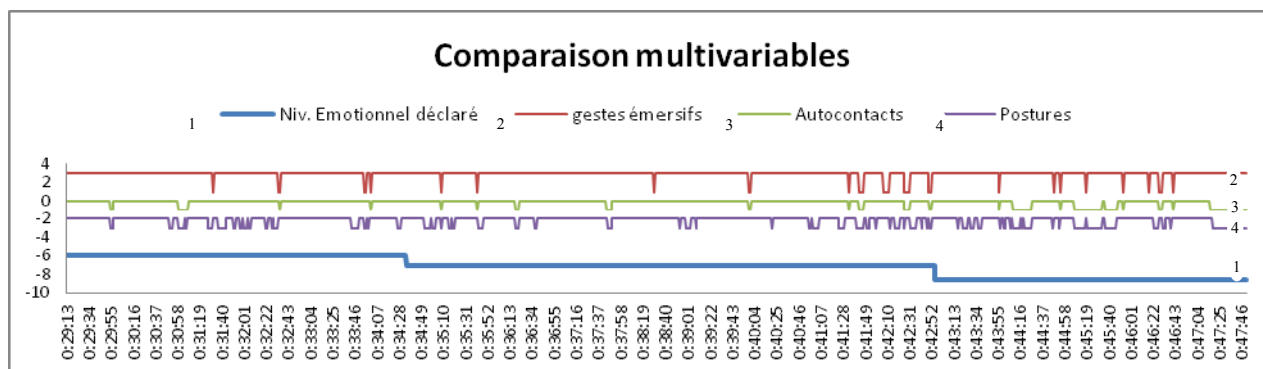


Figure 1. Evolution des gestes émersifs, des autocontacts, des postures, et du ressenti émotionnel déclaré.

Les relevés montrent également que les postures (i.e., absence de déplacement des segments corporels) et les gestes d'autocontacts sont plus fréquemment et plus longuement marqués au fur et à mesure de l'évolution de la leçon. Nous interprétons ces résultats du point de vue de l'enseignant comme un repli protecteur sur lui-même, associé à un désengagement instinctif du versant personnel dans une situation pédagogique ressentie comme frustrante. La mise à jour de ces deux processus, d'alerte et de protection, ouvre plusieurs perspectives. Elle permet tout d'abord de repenser les processus du burnout et de l'épanouissement professionnel des enseignants à l'échelle de l'actualisation de la relation pédagogique, et au-delà d'envisager le développement de nouvelles modalités de formations professionnelles. Elle permet également d'ouvrir une réflexion méthodologique sur la triangulation des données issues des déclarations des sujets par une observation critériée de la mise en jeu de leur corps vivant.

Références

- Andrieu, B., & Burel, N. (2014). La communication directe du corps vivant. Une émergiologie en première personne. *Hermès*, (68), 46-52.
- Bakker, A. B., & Demerouti, E. (2007). The Job Demands-Resources model: state of the art. *Journal of Managerial Psychology*, 22(3), 309-328.
- Burel, N. (2014). Entre proprioception et professionnalité : le toucher de l'enseignant d'EPS envisagé comme un acte prophylactique de coping. In *Gestes professionnels et Expériences corporelles*, Recherches & Educations, 12, 89-104.
- Theureau, J. (1992). *Le cours d'action, analyse sémiologique. Essai d'une anthropologie cognitive située*. Berne : Peter Lang.
- Vermersch, P. (1999). Pour une psychologie phénoménologique. *Psychologie française*, 44, 7-18.

L'activité de l'enseignant d'EPS dans le cadre d'une pédagogie par compétences : étude de cas lors d'un cycle de badminton

Léa Gottsmann¹, Jérôme Visioli² & Jean Trohel²

¹ Département Sciences du sport et Education Physique (2SEP), Ecole Normale Supérieure de Rennes ; UFR STAPS, Université de Rennes.

² Violences, Identités, Politiques, et Sports (EA 4636), UFR STAPS, Université de Rennes.
lgottsmann@gmail.com

Introduction

Au sein de la société et du monde professionnel, les modèles évoluent avec la mise en valeur croissante des compétences, pour postuler sur un emploi ou faire son « bilan de compétences ». Dans le domaine de l'éducation, « *le concept de compétence porte en germe des ouvertures révolutionnaires. (...) Une fois compris, intégré et opérationnalisé dans la pratique, il doit logiquement déboucher sur de nouvelles manières de faire* » (Delignières, 2009). L'introduction de ce concept est liée à une nouvelle façon de définir la nature des apprentissages visés, et constitue ainsi un réel enjeu vis-à-vis des pratiques professionnelles enseignantes. La compétence peut être définie comme un « *ensemble structuré et cohérent de ressources (habiletés motrices, connaissances déclaratives, habiletés méthodologiques, attitudes,...) permettant d'être efficace dans un domaine social d'activité* » (Delignières et Garsault, 1999). Comment se traduit-elle dans l'activité de l'enseignant d'EPS, à la fois dans sa conception et ses actions de classe ?

Revue de littérature

Plusieurs études se sont intéressées à l'activité de l'enseignant dans des contextes particuliers d'enseignement, mais aucune, à notre connaissance, dans le cadre d'un enseignement par compétences. Cizeron et Gal-Petitfaux (2005), ont par exemple analysé l'activité de l'enseignant dans des dispositifs particuliers en gymnastique, « *par ateliers* » ou « *par vagues* », faisant émerger des formes d'interactions contrastées et des potentiels éducatifs différents. Durand s'est également intéressé aux « *Espaces d'Actions Encouragés* », définis comme des « *précurseurs prometteurs d'actions et d'expériences, supposés induire un apprentissage/développement* » (2008). Il paraît alors intéressant d'analyser l'activité de l'enseignant dans le cadre d'une pédagogie par compétences, censée proposer des formes d'interactions et des potentiels éducatifs.

Problématique

Cette étude s'intéressait à l'activité de l'enseignant dans le contexte d'une pédagogie dite par compétences, proposée par le GAIPAR (Groupe Académique d'Innovation Pédagogique de l'Académie de Rennes), à la fois dans sa planification et ses actions en classe. L'objectif était d'identifier les intentions éducatives propres à ce type de pédagogie, mais également d'analyser l'activité de classe par rapport à ces dimensions intentionnelles de l'enseignant.

Cadre théorique et méthodologie

Cette étude s'inscrivait dans le cadre théorique et méthodologique du cours d'action (Theureau, 2004) qui propose une approche compréhensive de la dynamique du couplage entre l'acteur et son environnement réel. L'option phénoménologique défendue par ce type de travaux permettait d'étudier le rapport intentionnel de l'acteur au contexte qui l'entoure, particulièrement dans un contexte de classe.

Elle a fait l'objet d'un travail collaboratif avec un enseignant volontaire de la région rennaise, membre de ce groupe académique lors d'un cycle de badminton de huit séances avec une classe de 5^e, caractérisée de « *plutôt scolaire* ». Des données d'enregistrement vidéo et des données *a posteriori* d'entretiens d'auto-confrontations ont été récoltées tout au long du cycle. Les données ont ensuite été traitées par la construction d'un protocole à deux volets (description des

comportements et des verbalisations couplée aux données d'auto-confrontation (EAC)), puis par la construction de récits réduits en unités significatives élémentaires. Le traitement des données s'est centré sur quatre éléments : les préoccupations, le référentiel (les connaissances mobilisées), l'interprétant (les connaissances construites, validées ou invalidées), et le representamen (ce qui fait signe pour l'acteur). Seules les situations complexes ont été analysées au cours des séances, et particulièrement lors de la Séance 7, correspondant à la situation complexe de référence du cycle.

Résultats

Le cycle s'organise autour de la construction de la situation complexe, articulant différentes variables en badminton : le choix de la taille du terrain, les différents types de points (faute non provoquée, faute provoquée, point gagnant), et l'utilisation du bingo (identification d'un volant favorable). Les résultats montrent les différents temps de la Leçon 7, où l'activité de l'enseignant s'articule entre des consignes de gestion (e.g., « *donc nom prénom sur la feuille rapidement, nom prénom sur votre nouvelle feuille* »), des régulations globales (e.g., « *Allez ! On perd du temps au départ mais c'est pour en gagner après* ») et des régulations locales (e.g., « *Allez ! On y va les filles* »). Cette articulation se traduit par une préoccupation récurrente de l'enseignant concernant le temps de jeu dans la situation complexe, censée révéler la compétence : « *Mais bon en fait, c'est parce que je veux du temps d'activité donc je veux que ça enchaîne* » (extrait d'EAC). La connaissance qu'il a de ses élèves ainsi que la perception de leur activité l'amène à les questionner et à réguler pour qu'ils agissent dans cette situation complexe : « *Est-ce que tu te poses la question de où tu vas servir là ?* » ; « *oui mais tu la déplaces pas, tu joues pas assez sur les côtés* ». Ces éléments d'articulation entre ses perceptions, ses préoccupations et les connaissances mobilisées ou construites révèlent une activité d'enseignant plutôt prescriptive, afin de permettre à tous les élèves d'exprimer leur compétence au cours de la situation complexe.

Discussion et conclusion

Plusieurs décalages sont ensuite discutés entre les intentions éducatives de l'enseignant et les réalités de la classe : d'abord (a) le degré de complexité des situations ; (b) le temps de pratique par rapport au temps de réflexion ; (c) le rapport entre autonomie et contrainte des élèves dans les situations de jeu ; (d) la gestion de l'hétérogénéité ; et enfin (e) l'évaluation de la compétence, notamment l'utilisation d'outils de repérage.

Cette étude s'inscrit au cœur des enjeux actuels autour des réformes éducatives et des nouveaux programmes dans la perspective du futur citoyen à former. Au-delà des prescriptions institutionnelles, et des propositions pédagogiques, qui laissent entrevoir un certain « *flou conceptuel préoccupant* » (Delignières, 2009), il nous paraît intéressant d'étudier la façon dont les enseignants l'utilisent quotidiennement. Plusieurs limites peuvent cependant venir nuancer nos propos : (a) le fait de se centrer sur l'activité de l'enseignant, en ne prenant en compte la dimension collective uniquement de façon indirecte ; et (b) mener une seule étude de cas, révélant une unique conception de pédagogie par compétences.

Références

- Cizeron, M., et Gal-Petitfaux, N. (2005). Connaître la gymnastique et savoir l'enseigner en EP : la nature de la connaissance pédagogique des contenus et son lien à l'instruction en classe. *Movement & Sport Sciences*, (2), 9-9.
- Delignières, D. (2009). *Complexité et compétences*. Paris. Revue EPS.
- Delignières, D., & Garsault, C. (1999). Connaissances et compétences en EPS. *Revue EPS*, 280, 43-47.
- Durand, M. (2008). Un programme de recherche technologique en formation des adultes. Une approche enactive de l'activité humaine et l'accompagnement de son apprentissage/développement. *Education et Didactique*, 2(3), 97-121.
- Theureau, J. (2004). *Le cours d'action: Méthode élémentaire*. Toulouse : Octarès.

Présentation d'un dispositif de formation en alternance, aménagé à partir de postulats théoriques empruntés à une théorie de la formation, et étude des retombées sur l'activité de tuteurs de stage novices et des enseignants stagiaires

Hervé Tribet, Sébastien Chaliès

Education, Formation, Travail, Savoirs » (MA 122), Université Jean Jaurès, Toulouse
herve.tribet@univ-tlse3.fr

Introduction

Dans la formation des futurs enseignants d'éducation physique et sportive (EPS) la mise en stage n'est pas une nouveauté. Dès les premières années de Licence en Sciences et techniques des activités physiques et sportives (STAPS), les étudiants sont placés sur le terrain et accompagnés par des tuteurs dont la fonction de formation n'est plus à démontrer (Chaliès, Cartaut, Escalié & Durand, 2009). Dans ce contexte des plateformes de formation à distance, nationales et académiques comme Néopass@ction ou M@gistère, sont développées actuellement en réponse aux problématiques professionnelles rencontrées dans le conseil pédagogique.

Une revue de la littérature scientifique centrée exclusivement sur des modalités de formation dites « hybrides », c'est-à-dire proposant des temps de formation en présentiel et à distance (Charlier, Deschryver, & Pereya, 2006), permet d'établir un certain nombre de constats. Si on veut former en alternance et à distance pour développer de nouvelles compétences professionnelles, il serait nécessaire de scénariser l'ensemble des activités de formation déployées au sein de ces dispositifs (Peraya, 2012), ou de multiplier les modalités d'accompagnement proposées (Jézégou, 2010). Mais dans le même temps, on observe que rares sont les travaux ayant évalué l'efficacité des apprentissages professionnels dans ce contexte hybride de formation (Blandin, 2012; Peraya, Charlier, & Deschryver, 2014), et plus précisément rares encore sont ceux menés dans le cadre de la formation des futurs enseignants d'EPS.

Nous chercherons donc à apprécier les retombées des usages d'une plateforme de formation structurée à partir de postulats issus d'une théorie de la formation (Chaliès, 2012 ; Chaliès & Bertone, 2013). On pose ainsi l'hypothèse selon laquelle en créant des situations de formation, structurées à partir d'une scénarisation de l'accompagnement des apprentissages professionnels dans un contexte hybride de formation, alors progressivement on aide à l'apprentissage de règles de métier, et ce, au travers des expériences multiples vécues en présentiel avec les formateurs et à distance sur une plateforme de formation.

Cadre théorique

Cette étude s'inscrit dans un programme de recherche sur la formation professionnelle des enseignants (Chaliès, 2012 ; Chaliès & Bertone, 2013) dont les soubassements épistémologiques sont issus d'une théorie générale de l'apprentissage et de l'action collective (Bertone, Chaliès & Clot, 2009 ; Chaliès, Amathieu & Bertone, 2013). Ce cadre théorique emprunte plus particulièrement trois principales hypothèses constitutives à ce programme.

- (i) Former revient d'abord à un enseignement ostensif de règles (Wittgenstein, 2004) pour permettre aux TN de signifier de nouvelles expériences montrées ou vécues en situation de conseil pédagogique lors du suivi de son stagiaire, et d'agir en conséquence. Par exemple l'activité d'analyse de pratiques professionnelles du conseil pédagogique permet d'identifier les règles de métier constitutives culturellement de ce que la communauté considère comme une activité de conseil : conseiller c'est faire réfléchir le stagiaire et ne pas toujours prescrire les solutions.
- (ii) Former revient à aménager des situations de formation exploitant l'outil vidéo ou la simulation audio vidéo à distance sur la plateforme, pour permettre aux TN de s'engager dans des premiers suivis des règles préalablement enseignées et d'en contrôler l'adéquation.

- (iii) Former revient enfin à accompagner les TN dans l'interprétation des règles apprises et suivies dans de nouvelles situations de conseil pédagogique avec leurs stagiaires, ou de formation en présence d'un formateur universitaire dans le cadre des l'École supérieure du professorat et d'éducation (ESPE).

Méthode

Cette étude a été menée sur l'année 2014-2015 dans l'académie de Toulouse avec un formateur universitaire (FU) de l'ESPE, deux enseignants d'EPS ayant une fonction de tuteur (en collège et en lycée) et leurs deux enseignants stagiaires inscrits en master Métier de l'enseignement, de l'éducation et de la formation (MEEF) en EPS. L'aménagement du dispositif retenu a consisté à engager les acteurs dans une formation hybride, en six étapes successives. Toutes ces étapes ont donné lieu à l'enregistrement filmé de traces d'activités qui progressivement ont été déposées par les acteurs sur une plateforme, et à des entretiens d'autoconfrontation dans le but de reconstruire les règles apprises et/ou suivies par ces acteurs.

Résultats

Certains résultats de l'étude montrent que la temporalité nécessaire aux apprentissages professionnels, vécus en alternance sur une période longue (un trimestre) était essentielle aux apprentissages des règles constitutives du métier de conseiller pédagogique, et donc finalement au développement professionnel des TN. La diversité des activités et la durée du temps de formation proposé aux TN pour suivre le scénario d'apprentissage de la plateforme a permis de multiplier les situations d'accompagnement de l'apprentissage des règles proposées par le dispositif de formation. Ces différentes activités, menées en présentiel ou à distance, ont permis tout à la fois l'enseignement de nouvelles règles de métier, mais surtout l'accompagnement de leurs premiers suivis dans des situations de formation aménagées. Parmi les activités menées par les TN, certaines ont consisté à s'exercer, à distance, à mener une activité de conseil pédagogique simulée. Cette activité, enregistrée et ensuite déposée sur la plateforme, a servi de support pour un temps de formation en présentiel avec le FU. Ce temps de simulation a donc présenté deux principaux intérêts. Il est aussi possible de souligner que le dispositif a également permis au FU l'exploitation des traces d'activités mise à disposition sur la plateforme, de prendre connaissance des activités menées à distance par les TN, et de compléter si nécessaire son activité de formation engagée en présentiel. Cet accompagnement en continu de la formation, grâce à la plateforme, nous apparaît au final comme particulièrement heuristique. Il permet surtout de repenser de nouvelles modalités de tutorat en présentiel et à distance qui, mieux articulées, devraient permettre d'optimiser la formation des formés.

Références

- Bertone, S., Chaliès, S., & Clot, Y. (2009). Contribution d'une théorie de l'action à la conceptualisation et à l'évaluation des pratiques réflexives dans les dispositifs de formation initiale des enseignants. *Le Travail Humain*, 72(2), 105–125.
- Blandin, B. (2012). Apprendre avec les technologies numériques : quels effets identifiés chez les adultes ? *Savoirs*, 30, 9–58.
- Chaliès, S., Amathieu, J., & Bertone, S. (2013). Former les enseignants pour accroître leur satisfaction au travail : propositions théoriques et illustrations empiriques. *Le Travail Humain*, 76(3), 309–334.
- Peraya, D., Charlier, B., & Deschryver, N. (2014). Une première approche de l'hybridation. Étudier les dispositifs hybrides de formation. Pourquoi ? Comment ? *Education & Formation*, e-301.
- Wittgenstein, L. (2004). *Recherches philosophiques*. Paris: Gallimard.

Session Orale N°22

Pratiques et territoires (Sciences sociales)

(Modérateur : François Mandin)

L'insertion par le sport dans le XIX^eme arrondissement de Paris. De Pluralité d'une catégorie de pensée et coherence des pratiques

Camille Collet¹, Gaëlle Sempé¹, François Le Yondre¹

¹ Laboratoire VIP&S (EA4636), Université Rennes 2
camille_collet@hotmail.fr

Introduction

Les travaux portant sur l'insertion et l'intégration par le sport dans les quartiers sont légions depuis les années 1990 jusqu'à aujourd'hui (Anstet & Sachs, 1995 ; Charier, Jourdan, 1999 ; Clément, 2000 ; Gasparini & Knobé, 2005, Falcoz, Koebel, 2005). Beaucoup d'entre eux se sont évertués à démontrer le caractère illusoire de cette perspective tout en soulignant l'usage instrumental qu'en faisait la classe politique. Aujourd'hui, la seule idée que le sport ne soit pas naturellement facteur d'insertion fait désormais consensus, au moins dans les rangs de la sociologie du sport. Mais reste en suspend la question des conditions dans lesquelles le sport peut être un réel outil politique local et propre à nourrir le lien social. Le travail dont il est question s'inscrit dans le cadre d'un appel d'offres diffusé par la ville de Paris et portant sur l'insertion par le sport dans le XIX^eme arrondissement. L'objectif fixé par le commanditaire était d'établir un état des lieux de l'insertion par le sport visant à rendre visible au politique l'ensemble des pratiques sportives susceptibles de favoriser l'insertion. La première difficulté que présente cette commande pour le sociologue tient dans l'indéfinition des termes « pratiques sportives » et « insertion ». Il est évident que les acteurs associatifs, politiques ou institutionnels estimant réaliser un travail d'insertion par le sport n'entretiennent pas les mêmes conceptions de ces termes. Pourtant, la formule langagière « insertion par le sport » demeure extrêmement partagée tout en étant chargée d'une forme d'évidence rarement questionnée. Il s'agit bien pourtant d'une véritable catégorie de pensée (Gasparini, 2012) sans cesse animée d'une pluralité donnant lieu à une variété pratique dont nous avons pu mesurer l'étendue. C'est précisément cette pluralité que nous avons cherchée à sonder pour mettre en exergue les redondances comme les complémentarités opportunes de ce que nous avons appelé l'espace de l'insertion par le sport du XIX^eme arrondissement de Paris.

Deux variables systématiquement invoquées

Pour rendre compte schématiquement de cette pluralité, nous avons recueilli les discours de tous les types d'acteurs impliqués dans l'insertion par le sport au sein de l'arrondissement. Nous leur avons demandé de quelle façon ils estimaient contribuer à l'insertion par le sport. Nous avons constaté que chacun définissait son action selon le public et plus précisément selon le niveau de son intégration sociale. Si les uns et les autres travaillent auprès de publics différents, tous les appréhendent avant tout selon leurs situations sociales dépendant précisément de la situation professionnelle ou scolaire d'une part, et de la situation familiale d'autre part. Autrement dit, selon une espèce de bon sens pratique plus que d'une connaissance théorique, les acteurs mobilisaient la conception de l'intégration sociale développée par Robert Castel. Celui-ci estime en effet que le niveau d'intégration des individus dépend essentiellement de leur situation professionnelle associée à leurs ressources relationnelles (famille, amis, etc.). La conjugaison de ces deux facteurs donne lieu à un niveau d'intégration sur un axe pouvant aller de la désaffiliation sociale à une intégration forte en passant par une zone de vulnérabilité. Nous avons donc reformulé les discours des acteurs à propos des publics auxquels ils s'adressent en nous appuyant sur la terminologie de Robert Castel.

Par ailleurs, ces mêmes responsables associatifs ont systématiquement souligné l'approche qu'ils avaient de la pratique sportive. Pour certains, l'approche compétitive est la plus utile à l'insertion quand pour d'autres, elle doit être revue à la faveur d'une approche plus ludique proche du loisir.

Le croisement de ces deux variables permettait donc à chacun de rendre compte à la fois de sa conception de l'insertion par le sport mais aussi de la justifier voire de la présenter comme la version légitime. Par conséquent, nous disposons d'un corpus de discours représentant la pluralité de l'insertion par le sport comme un espace de pensée pluriel tout autant qu'un espace de pratiques fortement contrasté. Si la représentation de cet espace nous a permis de répondre à la commande politique qui nous était adressée, elle nous a également permis de répondre à une interrogation plus

Schématiser l'offre de l'insertion par le sport

Nous avons donc retenu ces deux variables pour structurer une représentation schématique de l'espace de l'insertion par le sport situant l'ensemble des types d'acteurs présents sur l'arrondissement. Cet espace traduit une analyse thématique des entretiens centrés sur la double caractérisation citée plus haut et non une analyse quantitative et lexicale. Par conséquent, les positions de chaque sont le fruit d'une interprétation des données de notre part visant mieux rendre compte des différences exprimées dans les entretiens.

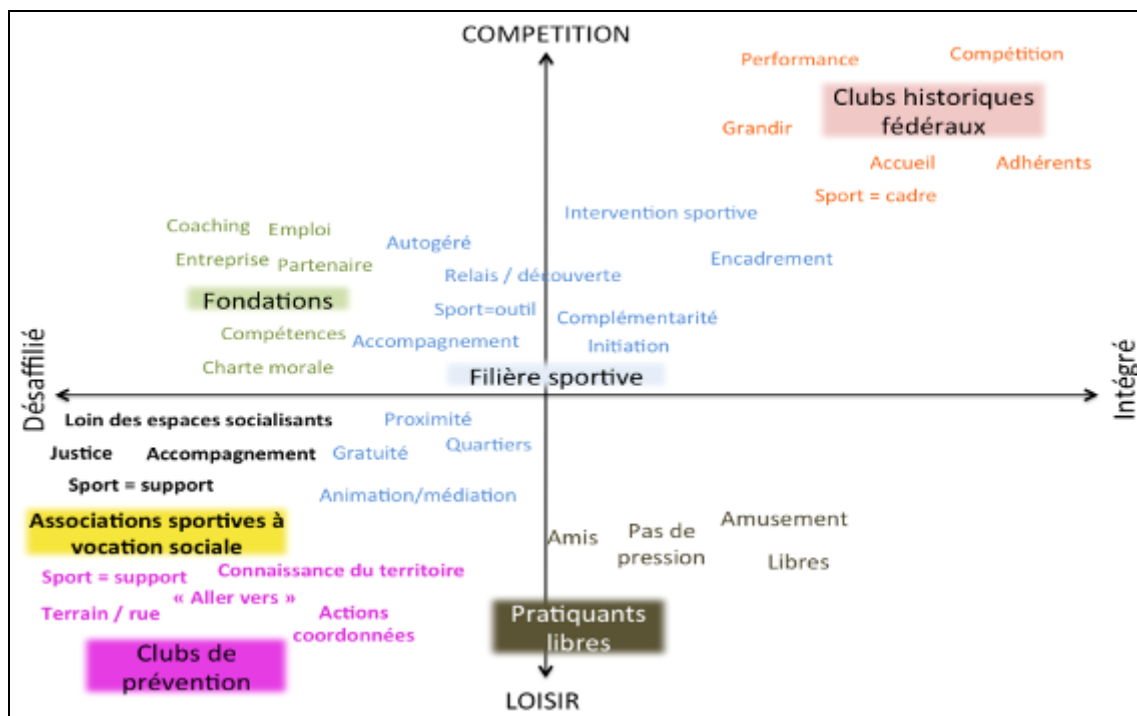


Figure 1. Représentation schématique de l'insertion par le sport

Conclusion

A partir de cette représentation schématique de l'espace de l'insertion par le sport, nous sommes parvenus à dégager des redondances coûteuses en énergie comme en finances. Certaines associations réalisent le même travail auprès du même public. D'autres, au contraire, accompagnent de façon opportune un même public à des moments différents du processus d'insertion. En sondant ainsi la pluralité de cet espace de pensées et de pratiques, il nous a été possible de développer des préconisations visant à rendre cohérente l'action politique en matière d'insertion par le sport.

References

- Anstett M., Sachs B. (dir.). (1995). *Sports, jeunesse et logiques d'insertion*, Paris : La Documentation Française.
- Castel, R. (1995). *Les métamorphoses de la question sociale : une chronique du salariat*. Paris : Fayard
- Charrier D., Jourdan J. (1999). Insertion par le sport : le choc des cultures. *Revue européenne de management du sport*, no 2, p. 35-51.
- Clément M. (2000). *Sport et insertion*. Voiron : Presses Universitaires du Sport.
- Falcoz M., Koebel M. (2005). *L'intégration par le sport : représentations et réalités*. Paris : L'Harmattan.
- Gasparini W. Knobe S. (2005). Le salut par le sport ? Effets et paradoxes d'une politique locale d'insertion. *Déviance et Société*, Vol. 29, no 3, p. 445-461.
- Gasparini, W. (2012). Penser l'intégration et l'éducation par le sport en France : réflexions sur les catégories d'analyse sociale et politique, *Science et Motricité*, n° 69.

Le développement d'une offre de « randonnée pédestre numérique » : acteurs et réseaux

Lenaïg Corson¹ & Elodie Paget¹

¹Laboratoire « Violences, Identités, Politiques & Sports » (EA 4636), Université de Rennes 2
corson.lena@gmail.com

Introduction

La société est de plus en plus connectée aux technologies de l'information et de la communication : Internet, réseaux sociaux, applications mobiles, Smartphones, 4G, tablettes numériques, GPS... Ces nouveaux comportements de la société ont impacté le secteur du tourisme et de la randonnée (Bruc, Gonzales, 2013). La société moderne et technologique a fait émerger un nouvel usage dans le secteur des sports de nature et du tourisme sportif : la « randonnée pédestre numérique ». Ce terme nouveau est considéré comme une innovation dans la filière randonnée. On a introduit à la randonnée « classique » l'usage de nouveaux supports numériques. L'accès numérique à l'information pour randonner permet de découvrir un itinéraire et un territoire. En amont de la randonnée, le marcheur se renseigne sur un site Internet pour visualiser son circuit, récupérer les traces GPX, préparer son itinéraire via un site de cartographie en ligne (ex. Google Maps), etc. Une fois sur place, il pourra utiliser un support numérique (ex. Smartphone) dédié à la présentation de son itinéraire. En aval de sa randonnée, il pourra noter et évaluer le parcours sur lequel il a randonné.

Cette recherche vise à comprendre, du point de vue de l'offre, comment les activités de randonnée se développent à travers l'introduction des technologies de l'information et de la communication ? En nous appuyant sur les outils conceptuels de la théorie de l'acteur-réseau (Latour, 2006), il s'agit de comprendre le *collectif hybride* existant. Différentes entités non humaines (produits de randonnée numérique) sont en présence sur le marché de la randonnée pédestre et mettent en lien des acteurs très hétérogènes. Le développement de la randonnée pédestre numérique produit de nouvelles associations hybrides (Latour, 2006) qu'il s'agit de saisir dans le cadre de cette recherche.

Méthodologie

Cette recherche s'inscrit dans une démarche inductive et compréhensive. Pour répondre à la problématique posée, nous avons réalisé 22 entretiens semi-directifs auprès de trois types d'acteurs : 3 fédérations actrices du développement des activités de randonnée sur le territoire national (Fédération Française de Randonnée, Fédération Française de Cyclotourisme, Fédération Française de Cyclisme), 12 acteurs institutionnels du tourisme (Conseil Régional, Comité Régional du Tourisme, Parc National, office de tourisme, pays touristiques...), 7 acteurs privés commercialisant des solutions de randonnée numérique (maison d'édition, développeur numérique, agence de consulting en stratégie numérique dans les sports de nature...). Les données récoltées ont fait l'objet d'une analyse de contenu (Bardin, 2007).

Résultats

Le Parc National du Mercantour en collaboration avec l'agence de développement numérique Caminéo ont lancé en 2006 l'« Ecoguide Pocket PC ». A partir d'un guide numérique nomade et interactif géolocalisé, celui-ci permettait aux promeneurs de repérer et visualiser la faune et la flore sur leur parcours de randonnée. Depuis, les initiatives pour randonner avec un support mobile, ludique et pratique se sont poursuivies. Les cartes de randonnée, les boussoles, les topoguides papiers, etc., ne sont plus les seuls outils pour randonner. De nombreux supports numériques ont émergé sur le marché comme entre autres la cartographie en ligne gratuite de Google Maps et d'Open Street Map, ou la cartographie payante d'IGN (Institut national de l'information géographique et forestière). Les cartographies numériques facilitent les recherches des randonneurs puisqu'elles renseignent avec facilité les distances, le temps qu'il reste à parcourir, les points d'intérêts, etc. Elles deviennent de plus en plus un élément incontournable des sites Internet dédiés à la randonnée. Les solutions numériques conçues davantage pour une pratique pendant la randonnée sont le GPS, le géocaching, l'audioguide GPS, l'application mobile pour smartphone et tablette numérique et le roadbook numérique.

Ces produits de randonnée numérique sont à l'initiative de plusieurs acteurs. Les acteurs privés comme les développeurs numériques, les agences de médiation numérique, les entreprises commercialisant des plateformes de création et de diffusion de contenu conçoivent et permettent la réalisation technique des solutions de randonnée numérique. Ils travaillent en collaboration et sous la commande des acteurs de la

randonnée comme la Fédération Française de Randonnée, ainsi que des acteurs institutionnels du tourisme à différents échelons. Il s'agit principalement au niveau local des offices de tourisme, des communes, des pays d'accueil touristique ; au niveau régional des comités régionaux du tourisme, des conseils régionaux, ; puis au niveau national, du Ministère du tourisme, d'Atout France, etc. Les projets de randonnée numérique mettent en lien les différents acteurs cités et font naître de nouveaux partenariats.

Les collaborations entre les acteurs institutionnels du tourisme. Dans le cadre du géocaching porté par le comité départemental de Haute Bretagne, l'essor de la pratique s'est fait en coopération avec les offices de tourisme du département. Ce partenariat avec les acteurs du terrain a permis d'être en contact direct avec les randonneurs et d'être réactif sur le terrain si le jeu était perturbé par des problèmes de logistique. Le projet de développement d'une application de randonnée mettant en lien 5 départements de la région Aquitaine est également un exemple saisissant. Les départements aquitains ont pour la première fois mutualisé leurs besoins et leurs bases de données touristiques pour ne créer qu'une seule application valable pour tous les itinéraires de randonnée du territoire.

Les associations entre la Fédération et les acteurs du territoire. L'association d'informations relatives aux itinéraires fournis par la Fédération Française de Randonnée, d'informations sur le patrimoine et la flore détenu par le Parc naturel régional de Lorraine ainsi que d'informations touristiques du Comité régional du tourisme de Lorraine, a permis de mettre en réseau ces trois acteurs autour du développement d'une application destinée à la découverte du territoire.

La participation des habitants. La conception d'un audioguide GPS sur le territoire de Paimpol (22) a nécessité la réalisation d'interviews avec les habitants par l'office de tourisme de Paimpol et le pays d'accueil touristique de Paimpol-Goëlo. Ce support permet aux randonneurs-touristes d'accéder à un contenu audio lorsqu'ils arrivent à proximité des points d'intérêts tout au long de leur itinéraire de randonnée. Par exemple, on peut écouter le discours d'un pêcheur local quand le randonneur arrive devant le port de Paimpol. Ce fut également le cas du territoire de Brocéliande, voulant impliquer les habitants autour d'un projet de randonnée numérique. Les marcheurs utilisant l'application en réalité augmentée du territoire, doivent pour découvrir un trésor et trouver les énigmes, se renseigner auprès des habitants.

Conclusion

Notre recherche permet de dresser un premier état des lieux de l'offre de la randonnée pédestre numérique qui n'a fait l'objet que de peu d'études jusqu'à présent. Elle montre que la randonnée numérique constitue une *innovation socio-technique* (Callon, 1986 ; Latour, 2006). Elle met en réseau de manière inédite de multiples acteurs publics et privés, à travers différents produits proposés aux randonneurs (géocaching, audioguide, GPS de randonnée, site de cartographie en ligne, applications mobiles...), autour d'un "projet commun", le développement de ce marché porteur. L'étude du marché de la randonnée numérique se prolonge à travers un travail doctoral qui s'attache à appréhender de manière plus approfondie les processus à l'oeuvre de co-construction et de co-production des produits numériques et des consommateurs randonneurs (Callon, 2013).

Références

- Bardin, L. (2007). *L'analyse de contenu* (coll. Quadrige). Paris, Presses Universitaires de France.
- Bruc, M., Gonzalez, S. (2013). *M-Tourisme et Géolocalisation Au Service Du Développement Touristique*. Voiron, Territorial.
- Callon, M., Akrich, M., Dubuisson Quellier, M., Grandclément, C., Hennion, A., Latour, B., Mallard, A., Méadel, C., Muniesa, F., Rabeharisoa, V. (2013). *Sociologie des agencements marchands*. Paris, Presses des Mines.
- Latour, B. (2006). *Changer de société. Refaire de la sociologie*. Paris, La Découverte.

Le capital social généré par les dynamiques territoriales d'accueil de l'Euro 2016 : une approche par la théorie des réseaux sociaux

Mathieu Djaballah

Laboratoire « Complexité, Innovation et Activités Motrices et Sportives » (EA CIAMS-SPOTS 4532) - Université de Paris-Sud (Orsay)

mathieu.djaballah@u-psud.fr

Introduction

La communication proposée s'inscrit dans un courant de recherche relativement récent visant à mesurer les externalités sociales des grands événements sportifs. Ces événements ont jusqu'ici surtout fait l'objet de travaux relatifs à leurs impacts économiques. Toutefois, à l'issue de plusieurs décennies d'exploration, le consensus auquel parviennent la plupart des chercheurs est que ces impacts sont faibles, neutres, voire négatifs. C'est l'une des raisons pour lesquelles leurs impacts sociaux revêtent un intérêt croissant pour la recherche en management du sport. Cet intérêt se heurte néanmoins au difficile problème de leur mesure. Qui plus est, la littérature qui s'y rapporte se contente souvent de mesurer les conséquences de ces impacts sans expliquer comment ils peuvent être produits. C'est sur ce constat que se fonde cette recherche, dont l'originalité est d'explorer la manière dont l'Euro 2016 modifie la structure du capital social de ses territoires d'accueil. S'agissant d'un projet de recherche en cours de développement, cette communication en présentera le cadre conceptuel, le design de recherche ainsi que les premiers résultats.

Cadre conceptuel

Il est possible de distinguer cinq grandes catégories de bénéfices sociaux potentiels des événements sportifs, à savoir le bien être, la cohésion sociale, l'encouragement à la pratique sportive, le renforcement du capital humain et le renouvellement urbain (Taks, 2013). Plusieurs travaux établissent des liens entre ces impacts et la notion de capital social. La mobilisation de cette notion dans divers domaines (économie, sociologie, sciences politiques) a rendu sa compréhension délicate, eu égard à la multiplication de ses définitions. Alors que Bourdieu (1986) le définissait comme une ressource individuelle essentiellement mobilisable par les classes dominantes, plusieurs auteurs l'ont, à sa suite, appréhendé sous un angle plus collectif. Ainsi Putnam (1995, p.146) le définit comme les « institutions, relations, normes qui déterminent la qualité et la quantité des interactions au sein d'une société ». Appliqué à notre objet d'étude, il est envisagé comme un impact social charnière, puisqu'à la fois une conséquence de l'accueil de l'événement sur un territoire et une condition de réalisation des autres impacts sociaux. Il paraît donc crucial d'analyser le mode de structuration du capital social généré par l'événement, qui va dépendre des caractéristiques des relations créées ainsi que de celles qui préexistaient à son accueil. Compte tenu des difficultés relatives à sa définition, la mise en œuvre du capital social comme catégorie d'analyse doit faire l'objet d'une opérationnalisation fiable, pratique et pertinente. À ce titre, nous mobilisons la théorie des réseaux sociaux. Celle-ci a pour objectif de comprendre les comportements d'individus et de groupes à partir de la structure de leurs relations sociales. Un réseau social se définit comme « un ensemble spécifique de liens entre des acteurs, ces liens pouvant être utilisés en tant que structure pour interpréter leur comportement social » (Mitchell, 1969, p.2). Les réseaux sociaux peuvent réunir des individus, des groupes ou des organisations. Ils prennent différentes formes, sont volontaires ou existent de fait, s'inscrivent au sein ou en dehors d'un territoire géographique, sont plus ou moins hiérarchisés et durables. Dans les années 60, la théorie des réseaux sociaux a été articulée, de manière croissante, à la théorie des graphes. Ce rapprochement a donné lieu à un ensemble de travaux basés sur la représentation graphique des relations sociales par des liens entre les différents acteurs et aboutissant à la détermination de paramètres tels que la densité, la cohésion, la centralité des acteurs ou encore les trous structuraux.

Un réseau formé pour l'accueil d'un évènement sportif possède plusieurs particularités. La première est l'hétérogénéité des acteurs potentiellement concernés : certaines organisations sont très professionnalisées et hiérarchisées (services des collectivités publiques, acteurs du tourisme), alors que d'autres ont une culture organisationnelle complètement différente (clubs sportifs, associations de riverains). Par ailleurs, ce réseau en tant que tel ne préexiste généralement pas à l'accueil de l'évènement mais, dans la mesure où les acteurs qui le composent sont déjà insérés dans des réseaux plus durables (réseau sportif, réseau touristique, réseau éducatif), il s'agit à plus proprement parler d'un « réseau de réseaux » structuré autour de parties prenantes primaires et secondaires de l'évènement. Enfin, même si l'accueil de l'évènement est localisé géographiquement, le réseau intègre souvent des acteurs extérieurs au territoire (sponsors, médias). Si ces particularités présentent des atouts – au premier rang desquels le partage de ressources – elles peuvent également gêner le bon fonctionnement du réseau. En effet, les différents acteurs ont parfois des objectifs contradictoires. Surtout, si ce type de collaboration est de mise dans la génération de retombées économiques, il n'en est pas forcément de même pour les impacts sociaux, généralement beaucoup moins bien identifiés (Djaballah, Hautbois, & Desbordes, 2015). Il apparaît donc critique que le capital social généré permette d'engager les différents sous-réseaux dans des relations d'échanges réciproques, en se diffusant notamment aux parties prenantes secondaires.

Design de la recherche

Nous avons choisi de retenir deux sites – Paris et Saint-Denis, pour leur caractéristiques à la fois communes (ils accueilleront tous les deux de nombreuses rencontres de l'Euro) et distinctives (statut de capitale et de centre des décisions de Paris, grandes difficultés sociales de la population de Saint-Denis). La collecte des données consiste à reconstruire le réseau de chacun des deux sites et la structure du capital social généré en recensant l'ensemble des programmes collaboratifs à visée sociale lancés dans l'année précédant l'évènement.

La méthodologie mise en œuvre donnera ainsi non seulement lieu à la mesure quantitative du « stock » de capital social généré au sein de chacun des deux sites et à leur comparaison (taille, densité, cohésion, centralité), mais aussi à l'identification des facteurs et des barrières à la construction de relations mutuellement bénéfiques (relations intra vs inter sous-réseaux, horizontales vs verticales, nature et contenu des relations). Nous mettrons en avant les dynamiques internes à chacun des sous-réseaux et leur articulation avec le réseau global, ce qui permettra de faire ressortir leurs aspects positifs – rôle d'acteurs clés, réalisation de divers impacts sociaux – et négatifs – absence de liens entre acteurs, déséquilibre du pouvoir aboutissant à des « occasions manquées ».

Références

- Bourdieu, P. (1986). The Forms of Capital. In: Richardson, John (Ed). *Handbook of Theory and Research for the Sociology of Education*. New York: Greenwood Press.
- Djaballah, M., Hautbois, C., & Desbordes, M. (2015). Nonmega sporting events' social impacts: a sensemaking approach of local governments' perceptions and strategies. *European Sport Management Quarterly*, (ahead-of-print), 1-29.
- Mitchell, J.C. (1969). *Social Networks in Urban Situations*, Manchester University Press.
- Putnam, R. D. (1995). Tuning in, tuning out: The strange disappearance of social capital in America. *PS: Political science & politics*, 28(04), 664-683.
- Taks, M. (2013). Social sustainability of non-mega sport events in a global world. *European Journal for Sport and Society*, 10 (2), 121-141

Mardi 27 Octobre 2015

19 h30 – 21 h 30

Conférence « Grand Public »

***Etre performant : limites et possibilités du corps
humain ?"***

Pr. Guillaume Millet (Université de Calgary, Canada)

Pr. Bernard Andrieu (Université Paris Descartes, France)

Mercredi 28 octobre 2015

8 h 00 – 10 h 30

Symposia

SYMPOSIUM N°14

How to be better synchronized with someone

(Coord.: Ludovic Marin & Benoît Bardy)

How to be better synchronized with someone

Ludovic Marin¹ et Benoit Bardy^{1,2}

¹ EuroMov, University of Montpellier, Montpellier, France; ² Institut Universitaire de France, Paris, France

ludovic.marin@univ-montp1.fr

benoit.bardy@univ-montp1.fr

Interpersonal coordination is the hallmark of human being. It is defined as the synchronization of two (or more) individuals. For more than two decades it has been demonstrated that people are not only coordinated in terms of their thoughts but also that the bodily movements of interacting people are tacitly coordinated (Schmidt & Richardson, 2008). Bodily movements can be hand gestures, postures, facial expressions and so on. Not only they are fundamental to convey information, they are also more important than language to communicate (Goldin-Meadow, 1999). Beyond the communication aspect, interpersonal coordination is also important to improve social competences such as affiliation between interactants (Kendon, 1970), altruistic behaviors (Valdesolo & DeSteno, 2011) and cooperation (Wiltermuth & Heath, 2009). But if interpersonal coordination is present all the time in every situation, the mechanisms of such a phenomenon are still under scrutiny. In rehabilitation, education, training and so on, everyone is wondering how synchronization can be increased. This symposium will address the different aspects able to enhance this phenomenon of synchronization. In the first presentation, Mathieu Gueugnon will focus on how kinematics properties can influence synchronization. More specifically, he will show that similar temporal and spatial movements bring the highest performance. In the second presentation, Zhong Zhao will illustrate how physical appearance such as morphology has a direct impact on motor synchronization. He will show that people are more coordinated with individual they prefer. In the third talk, Chao Zhai will display a model of interpersonal coordination able to animate any interactive avatar or robot. He will also present the variables that formalize a high motor coordination performance between people. Finally in the fourth presentation, Ghiles Mostafaoui will apply all these aspects on a coordinative robot. He will demonstrate how to design a social interactive robot able to adapt online to any interpersonal coordination.

Acknowledgements

This symposium was funded by the European Project of AlterEgo (Grant#600610 / FP7) as well as by the ANR project of DIRAC (ASTRID).

References

- Goldin-Meadow, S. (1999). The role of gesture in communication and thinking. *Trends in Cognitive Sciences*, 3(11), 419-429.
- Kendon, A. (1970). Movement Coordination in Social Interaction - Some Examples Described. *Acta Psychologica*, 32(2), 100.
- Schmidt, R. C., & Richardson, M. J. (2008). Dynamics of interpersonal coordination. *Coordination: Neural, Behavioral and Social Dynamics*, 281-308. doi: 10.1007/978-3-540-74479-5-14.
- Valdesolo, P., & DeSteno, D. (2011). Synchrony and the Social Tuning of Compassion. *Emotion*, 11(2), 262-266.
- Wiltermuth, S.S., & Heath, C. (2009). Synchrony and Cooperation. *Psychological Science*, 20, 1-5.

Symposium presentations 4 (speakers):

Mathieu Gueugnon and al.

Zhong Zhao and al.

Chao Zhai and al.

Ghiles Mostafaoui and al.

Improvement of socio-motor competences: influence of synchronization on improvisation capacities

Mathieu Gueugnon¹, Robin N. Salesse¹, Zhong Zhao¹, Alexandre Coste¹, Benoît G. Bardy^{1,2} et Ludovic Marin¹

¹ EuroMov, University of Montpellier, Montpellier, France; ² Institut Universitaire de France, Paris, France

mathieu.gueugnon@gmail.com

Introduction

Socio-motor competences are rooted in social interactions (i.e. interpersonal coordination). Among these interactions, socio-motor improvisation plays a critical role. This form of improvisation is defined as the creative action of two or more people without a script or anticipated preparation. In order to successfully interact with others, the two interactants need to adapt their movements to each other (Ekman & Friessen, 1969; Schmidt & Richardson, 2008). The aim of this study is to investigate the acquisition of socio-motor improvisation capacities to improve interpersonal coordination. Socio-motor improvisation is evaluated through two main parameters: movement synchronization and richness of movements performed by interactants. Experts in art activities (dance, theatre or music) are known to exhibit higher synchronization and perform richer movements during interpersonal improvisation, but how these competences evolve over the time is largely unknown (Noy et al., 2011; Issartel et al., 2006; Washburn et al., 2014). In this vein, we believed that performing more synchronized and richer movements over time can promote the acquisition of improvisation and so, the improvement of interpersonal coordination in general.

Method

48 dyads were split in a between-groups two-by-two experimental design. Interactants were required to perform a mirror game task in three different sessions to evaluate their socio-motor improvisation capacities. In these sessions, either a leader was designated (Leader-Follower rounds: LF) or not (Joint Improvisation trials: JI). Between each session, dyads were instructed to perform an unintended interpersonal coordination tasks in which movement synchronization and richness of movements were manipulated (Synchronization: Similar or Dissimilar amplitude; Richness: Simple or Rich movements). Improvisation capacities were evaluated using synchronization (i.e. temporal delay between movements) and richness of movements (i.e. index of complexity of the movements performed by participant) performed during the mirror game task.

Results and Discussion

Our results indicated that improvisation capacities could be acquired, improved in both parameters: synchronization between movements and richness of movements performed during interaction. Synchronization in improvisation situation is only improved in Joint Improvisation rounds for all groups whereas the richness in improvisation situation is only improved for Similar groups. Our results suggest here that to improve both parameters of improvisation capacities, we need to learn to be synchronized with others. Therefore, it brings the experimental evidence that performing synchronization improved coordination but also richness in improvisation tasks.

Conclusion

These findings have strong implications for understanding the mechanisms that contribute to increase interpersonal coordination (i.e. socio-motor improvisation) and in paving the way for studies in rehabilitation of social pathologies suffering from social interaction deficits (schizophrenia, autism spectrum disorder, social anxiety disorder). The use of such a paradigm could be relevant to improve their socio-motor competences and so, their interpersonal coordination.

Acknowledgments

This experiment was supported by the European project AlterEgo, FP7 ICT 2.9 – Cognitive Sciences and Robotics, Grant Number 600610.

References

- Ekman, P., & Friesen, W.V. (1969). The repertoire of nonverbal behavior: Categories, origins, usage and coding. *Semiotica*, 1, 49-98.
- Goldin-Meadow, S. (1999). The role of gesture in communication and thinking. *Trends Cognitive Sciences*, 3(11), 419-429.
- Hove, M.J., & Risen, J.L. (2009). It's All in the Timing: Interpersonal Synchrony Increases Affiliation. *Social Cognition*, 27(6), 949-960.
- Noy, L., Dekel, E., & Alon, U. (2011). The mirror game as a paradigm for studying the dynamics of two people improvising motion together. *Proceedings of the National Academy of Sciences, U.S.A.*, 108(52), 20947-20952.
- Schmidt, R.C., & Richardson, M.J. (2008). Dynamics of interpersonal coordination. *Coordination: Neural, Behavioral and Social Dynamics*, 281-308. doi: Doi 10.1007/978-3-540-74479-5-14
- van Baaren, R.B., Holland, R.W., Kawakami, K., & van Knippenberg, A. (2004). Mimicry and pro-social behavior. *Psychological Science*, 15, 71–74.
- Wiltermuth, S.S., & Heath, C. (2009). Synchrony and Cooperation. *Psychological Science*, 20, 1-5.

Do we synchronize better with more physically attractive people ?

Zhong Zhao¹, Robin N Salesse¹, Mathieu Gueugnon¹, Ludovic Marin¹ et Benoît G Bardy^{1, 2}

¹ EuroMov, University of Montpellier, Montpellier, France;

² Institut Universitaire de France

zhong.zhao@univ-montpl.fr

Introduction

Individuals spontaneously synchronize with other people in social context whenever we are conversing, playing games, or performing a joint task. Interpersonal synchronization has also been shown to play an important role in increasing affiliation (Hove & Risen, 2009), cooperative (Wiltermuth & Heath, 2009) and pro-social behavior (Reddish et al., 2013). Since interpersonal synchronization elicits such beneficial effects for social interactions, the main question remains what factors do promote interpersonal synchronization? As social entities, physical attractiveness is the most direct impression that comes into our vision in any social interactions. Moreover, it has also been reported to influence people's judgment and action. The majority of previous studies in social psychology favored the positive effects of physical attractiveness on interpersonal interaction (e.g., Byrne et al., 1968). However, no study has been conducted to show whether people genuinely synchronize differently because of physical attractiveness. This is an important question, since with the increasing utilization of artificial agents (i.e. avatars or robots) in social context especially in medical rehabilitation; it is critical to design proper attractive agents to maintain the highest synchronization.

Methods

Before the experiment pictures of two agents were presented to 12 people who neither new the agents nor participated the current experiment. They were instructed to evaluate the physical attractiveness of the two agents. Results showed a significant higher value for one agent over the other one. We used these results to define the physical attractiveness of each agent in the current experiment. Afterwards, thirty-four healthy participants synchronized with the attractive and the less attractive virtual agent on a Wacom tablet. Agents were displayed in a dynamic (video) or a static (picture) form. The task required participants to perform an in-phase or anti-phase horizontal movement by using the dominant hand with the agents at 100% or 150% of participants' preferred frequency.

Results and discussion

Our result showed that participants performed the most stable synchronization when interacting with the dynamic attractive agent. It can be suggested that physical attractiveness is not only attractive at the perceptive level, but also at the behavioral level in the sense that it attracts people's behavior to be more engaged with the coordinated task. Consequently, taking into consideration the physical attractiveness when designing artificial agents seems of valuable relevance. For example, Attractive agents may be able to maintain patients more adhered to rehabilitation programs, which is vital for the effect of rehabilitation. Of course, further empirical studies need to be conducted to confirm whether our finding can be generalized to patients or not.

Acknowledgements

This symposium was funded by the European Project of AlterEgo (Grant#600610 / FP7).

References

- Byrne, D., London, O., & Reeves, K. (1968). Effects of Physical Attractiveness Sex and Attitude Similarity on Interpersonal Attraction. *Journal of Personality*, 36(2), 259-271.
- Hove, M.J., & Risen, J.L. (2009). It's All in the Timing: Interpersonal Synchrony Increases Affiliation. *Social Cognition*, 27(6), 949-960.

- Reddish, P., Fischer, R., Bulbulia, J. (2013). Let's Dance Together: Synchrony, Shared Intentionality and Cooperation. *PLoS ONE* 8(8): e71182. doi:10.1371/journal.pone.0071182
- Wiltermuth, S.S., & Heath, C. (2009). Synchrony and Cooperation. *Psychological Science*, 20, 1-5.

Evidence of kinematic signature and effects on interpersonal coordination in the mirror game via a Virtual Player

Chao Zhai¹, Piotr Slowinski², Francesco Alderisio¹, Krasimira Tsaneva-Atanasova^{2,*} et Mario di Bernardo^{1,*}

¹ Department of Engineering Mathematics, University of Bristol, UK; ² College of Engineering, Mathematics and Physical Sciences, University of Exeter, UK.

chao.zhai@bristol.ac.uk

* *These authors contributed equally to this work*

It has been well established in social psychology that people tend to interact with others who look and behave like themselves. Thus, it would be desirable to create a customized virtual player (VP) able to interact with a human player (HP) in order to enhance the social competence of patients suffering from social disorders (i.e., schizophrenia and autism). In particular, the mirror game provides a simple yet effective paradigm for studying socio-motor interactions between human subjects (Noy et al., 2011). In our work, data analysis reveals the existence of an individual kinematic signature for human subjects in solo trials (Slowinski et al., 2014) and we come up with an interactive cognitive architecture for the VP to play the mirror game with a HP (Zhai et al., 2014a) in different joint action conditions and with a desired motor signature. The movement of the end-effector of the VP is modeled by means of a feedback controlled HKB nonlinear oscillator. This is coupled with the observed motion of the HP measured in real-time and controlled by a nonlinear feedback control strategy so as to achieve the desired behavior of the VP. Two types of control algorithms (adaptive control (Zhai et al., 2014b) and model predictive control (Zhai et al., 2015)) have been developed and implemented for the virtual player to generate the human-like tracking trajectory while maintaining its kinematic signature. Moreover, it is analytically guaranteed that the position error between the virtual player driven by our control algorithms and the human player is upper bounded. In addition, we experimentally validate the proposed control algorithms on a simple yet effective setup base on leap motion controller. Finally, experimental results show that the VP, when playing as a leader with a desired motor signature, is able to enhance mutual temporal correspondence with the human follower.

Acknowledgements

This symposium was funded by the European Project of AlterEgo (Grant#600610 / FP7).

References

- Noy, L., Dekel, E. & Alon, U. (2011). The mirror game as a paradigm for studying the dynamics of two people improvising motion together. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(52), 20947-20952.
- Slowinski, P., Rooke, E., Tsaneva-Atanasova, K., & di Bernardo, M. (2014). Kinematic characteristics of motion in the mirror game. *Proceedings of 53rd IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*. San Diego, California 748–53, October 8, 2014.
- Zhai, C., Alderisio, F., Tsaneva-Atanasova, K., & di Bernardo, M. (2014a). A novel cognitive architecture for a human-like virtual player in the mirror game. *Proceedings of IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*. San Diego, California, USA, 754-759, October 5-8, 2014.
- Zhai, C., Alderisio, F., Tsaneva-Atanasova, K., & di Bernardo, M. (2014b). Adaptive tracking control of a virtual player in the mirror game. *Proceedings of IEEE Conference on Decision and Control*. Los Angeles, California, USA, 7005-7010, December 15-17, 2014.
- Zhai, C., Alderisio, F., Tsaneva-Atanasova, K., & di Bernardo, M. (2015). A model predictive approach to control the motion of a virtual player in the mirror game. *submitted to the 54th IEEE Conference on Decision and Control*. Osaka, Japan, December 15-18, 2015.

Toward social interactive Agents: A synchrony based approach of Human Robot Interactions

Ghiles Mostafaoui¹, Syed Khurshed Hasnain¹, Caroline Grand¹ et Philippe Gaussier¹

¹ ETIS Laboratory, ENSEA-CNRS-Cergy-Pontoise University, France.
ghiles.mostafaoui@ensea.fr

In the future, it is assumed that robots will co-exist with humans as a companion or assistant in their daily life. Consequently, these robots must be endowed by minimal social competences including adaptive learning capabilities for gaining new skills through social interactions. One of the central issues in Human Robot Interaction (HRI) is their acceptability and the observed difficulty of complex computer systems (monitoring systems, drones, robots...) to sense the human world and interact with it in ways that emulate collaborative human-human works. In this proposal, we address the question of understanding and developing intuitive HRI. Instead of elaborating on existing complicated solutions, we take a radical simplification route taking advantages of recent discoveries in low-level human interactions and dynamical motor control. We argue that exploiting natural stability and adaptability properties of unintentional synchronizations and rhythmic activities can solve several of the acceptability problems of HRIs, and allow rethinking the current approaches to design them. In fact, considering early communication among humans, synchrony was found to be a fundamental mechanism relying on very low-level sensory-motor networks, inducing the synchronization of inter-individual neural populations from sensory flows (vision, audition, or touch). Yet, to become a partner in a working together scenario, the machine needs also a minimal level of autonomy and adaptation. Predicting the rhythmic structure of the interaction can be used to build reinforcement signals to adapt the machine behavior: synchrony is caused by the interaction but also sustains the interaction itself in a circular way, as promoted by the enaction approach. For more long-term interaction, the challenge is to maintain the interest of the user in the interaction. Here we will discuss these questions in the specific case of a *walking side-by-side* HRI scenario. When two people walk together, their movements appear to be interdependent and coupled to a degree (Van Ulzen, Lamoth, Daffertshofer, Semin & Beek, 2008). Interestingly, unintentional gait synchronizations are observed as each person unconsciously adapt his speed, step size and rhythm (Zivotofsky, Gruendlinger & Hausdorff, 2012). Synchronous walking has been studied qualitatively under natural walking conditions and quantitatively during treadmill walking (Nessler, De Leone & Gilliland, 2009). Here, we propose a neural model for obtaining a robot able to automatically follow a human partner and to synchronize its movements relative to the human gait using very low level primitives (proprioception and visual optical flow). In our bio-inspired method, the robot learns the cross-modal link between the motor controller (possible velocities of the mobile robot) and the induced visual stimuli (optical flow) to be able to predict and compensate its visual ego-motion. After compensating the ego motion while moving, our architecture extracts a periodic signal from the optical flow induced by the human arm and legs oscillatory movements. Using the approach we proposed in (Hasnain, Mostafaoui & Gaussier, 2012), the neural model will adapt the oscillator controlling the robot's dynamic relative to the previously extracted signal. We experimentally tested the model in a real indoor environment and proved that our mobile robot is able to synchronously "walk" side-by-side with a human partner.

Acknowledgements.

This work was funded by the DIRAC French ANR Project

References

Hasnain, S.K., Mostafaoui, G., & Gaussier, P. (2012). A synchrony-based perspective for partner selection and attentional mechanism in human-robot interaction. *Paladyn Journal of Behavioral Robotics*, 3(3), 156-171.

- Nessler, J.A., De Leone, C.J., & Gilliland, S. (2009). Nonlinear time series analysis of knee and ankle kinematics during side by side treadmill walking. *Chaos: An Interdisciplinary Journal of Nonlinear Science*, *19*(2), 026104.
- Van Ulzen, N.R., Lamoth, C.J.C., Daffertshofer, A., Semin, G.R., & Beek, P.J. (2008). Characteristics of instructed and uninstructed interpersonal coordination while walking side-by-side. *Neuroscience Letters*, *432*(2), 88-93.
- Zivotofsky, A.Z., Gruendlinger, L., & Hausdorff, J.M. (2012). Modality-specific communication enabling gait synchronization during over-ground side-by-side walking. *Human Movement Science*, *31*(5), 1268-1285.

SYMPOSIUM N°15

Sport et Vibration

(Coord.: William Bertucci)

Sport et vibration

*William Bertucci*¹, *Serge S. Colson*², *Frédérique Hintzy*³, *Nicolas Forestier*³, *Sébastien Duc*¹

¹ EA 4694 « Groupe de Recherche en Sciences pour l'Ingénieur » (EA 4694), UFR STAPS, Université de Reims Champagne Ardenne

²« Laboratoire Motricité Humaine Education Sport Santé », (EA 6312), Université de Nice Sophia-Antipolis

³ Laboratoire de Physiologie de l'Exercice (EA 4338), Université Savoie Mont-Blanc
william.bertucci@univ-reims.fr

Depuis une quinzaine d'années de nombreuses publications ont été réalisées dans le domaine des vibrations et du sport au sens large. Durant ces années cette thématique scientifique récente s'est mise en place non sans certains errements scientifiques et méthodologiques. L'un des objectifs de ce symposium est de faire le point sur les avancées dans ce domaine tant au niveau des connaissances scientifiques qu'au niveau méthodologique.

Ce symposium mêlera des revues de la littérature sur certains fondements neurophysiologiques et méthodologiques essentiels. Sans détours, nous discuterons des points qui font l'unanimité ou bien de ceux qui font débat au niveau de la communauté scientifique. L'un des objectifs est de mettre en évidence un début de consensus au niveau méthodologique. La tâche est importante car le champ « sport et vibration » est très vaste. Il couvre à la fois :

- 1) des processus musculaires, neurophysiologiques et mécaniques lors par exemple d'une sollicitation vibratoire tendineuse ou bien indirecte,
- 2) les mécanismes d'adaptation à l'entraînement vibratoire sur plateforme et ses effets sur la fonction musculaire, osseuse ou sensorimotrice où les sollicitations sont imposées et contrôlées,
- 3) la quantification des doses vibratoires lors d'activités physiques à impacts ou à vibrations sur de longues durées, où les sollicitations dépendent des conditions de pratique,
- 4) une dimension liée à l'ingénierie qui a pour objectif de développer des équipements sportifs utilisant ou minimisant la dose vibratoire reçue par le sportif,
- 5) une dimension liée à la métrologie dont le but est de développer des systèmes de mesures et des traitements du signal appropriés,
- 6) l'analyse et la compréhension des effets des vibrations sur la performance et la santé.

Ce symposium pluridisciplinaire s'intéressera notamment à la physiologie, la neurophysiologie, la biomécanique musculaire et tendineuse ainsi qu'à la métrologie. Dans sa programmation le symposium ira de connaissances fondamentales vers des résultats appliqués. Ainsi, il débutera par des mises au point concernant les connaissances actuelles sur les effets des vibrations envisagés globalement mais également lors d'une sollicitation tendineuse. La discussion pourra également se focaliser sur des aspects métrologiques concernant la quantification et le traitement des signaux vibratoires. Par la suite, 2 présentations de résultats originaux seront réalisées concernant ; 1) d'une part la mesure de l'effet sur l'activation musculaire de dispositifs antivibratoires lors de la pratique du vélo tout terrain et 2) l'intérêt de l'utilisation de sollicitations vibratoires au sein des protocoles d'échauffement dans le but d'optimiser la production de puissance musculaire.

Liste des communications associées au symposium :

Serge S. Colson, Laboratoire Motricité Humaine Education Sport Santé
(LAMHESS EA 6312, Université de Nice Sophia-Antipolis, Université du Sud Toulon Var):
Titre « *La sollicitation musculaire par vibration du corps entier (ou « whole body vibration ») : vers une proposition de recommandations d'utilisation* »

Nicolas forestier, Laboratoire de Physiologie de l'Exercice (EA 4338), UFR CISM, Département STAPS, Université de Savoie.
Titre « *La vibration comme outil d'analyse des processus de contrôle sensori-moteur* »

Frédérique Hintzy, Laboratoire de Physiologie de l'Exercice (EA 4338), Université Savoie Mont-Blanc
Titre « *Effets d'un cuissard compressif sur la fatigue neuromusculaire et le transfert vibratoire lors d'un exercice de pédalage avec vibration* »

Sébastien Duc, Groupe de Recherche en Sciences pour l'Ingénieur
(GRESPI EA4694)/ UFR STAPS de l'Université de Reims Champagne Ardenne
Titre « *Adding whole body vibration to preconditioning squat exercise increases subsequent cycling sprint performance* »

La sollicitation musculaire par vibration du corps entier (ou « whole body vibration ») : vers une proposition de recommandations d'utilisation

Serge S. Colson¹

¹Laboratoire Motricité Humaine, Education, Sport, Santé (EA 6312), Université de Nice Sophia-Antipolis
colson@unice.fr

Au cours de ces quinze dernières années, l'entraînement par vibration musculaire du corps entier ou « whole-body vibration » (WBV) s'est fortement popularisé dans les domaines de l'entraînement sportif, de la remise en forme et même de la santé. Bien que le nombre de publications sur ce domaine ne cesse de croître de façon exponentielle, les mécanismes sous-jacents aux adaptations neuromusculaires et les améliorations de performance engendrées par la sollicitation par WBV sont encore sujet à de nombreuses controverses, ce qui limite la possibilité d'établir des recommandations d'utilisation appropriées à chaque population étudiée. Paradoxalement, le nombre d'études utilisant cette technique à des fins d'amélioration de la santé dans diverses pathologies ne cesse, lui aussi, d'augmenter de façon très importante. Dans ce contexte, l'entraînement par WBV se fait toujours de manière plus ou moins empirique, souvent fondé sur des convictions personnelles du fait de l'absence de consensus scientifique et de propositions de recommandations d'utilisation.

L'oscillation mécanique induit une modification de la longueur des systèmes musculo-tendineux des membres inférieurs (Cochrane, Loram, Stannard & Rittweger, 2009) et peut induire une contraction musculaire par voie réflexe, généralement objectivée par une augmentation de l'activité électromyographique de surface (EMGs) lorsque l'exercice est comparé à la même sollicitation sans l'application de la vibration. De nombreux paramètres tels que la fréquence et l'amplitude de la vibration, la variabilité des protocoles expérimentaux (e.g., durée, ratio travail-repos, type d'exercice statique ou dynamique, amplitude articulaire de travail,...), le statut d'entraînement des participants ou encore l'absence d'une condition expérimentale sans application de la vibration peuvent en partie expliquer la variabilité des résultats observés dans la littérature. Par contre, des travaux récents suggèrent que le type de plateforme utilisé ou l'accélération effective délivrée par la plateforme seraient des facteurs importants à prendre en compte pour expliquer les adaptations neuromusculaires et les améliorations de performance engendrées par la sollicitation par WBV. En effet, lors de la sollicitation par WBV l'accélération maximale (a_{\max}) théorique déterminée par la formule $a_{\max} = \text{amplitude} \times (2 \pi \text{ fréquence})^2$ et transmise à l'ensemble du corps par la plante des pieds correspond à la charge imposée au système neuro-musculo-tendineux (Mester, Spitzenfeil, Schwarzer & Seifriz, 1999). Malheureusement, l'accélération effective délivrée par les plateformes a rarement été contrôlée lors des premiers travaux effectués sur cette thématique de recherche et seule l'accélération théorique était parfois reportée. De plus, une étude a révélé qu'un manque de rigueur scientifique et qu'une confusion dans l'utilisation des paramètres d'amplitude, de déplacement vertical ou de déplacement pic-à-pic de la plateforme pouvaient être à l'origine de la disparité des résultats (Lorenzen, Maschette, Koh & Wilson, 2009). S'ajoute à cela, une imprécision de la part des fabricants concernant l'amplitude réellement produite par la plateforme ou encore des paramètres d'amplitude et/ou de fréquence théoriquement annoncés par les fabricants ne correspondant pas exactement à ceux réellement produits par la plateforme. L'ensemble de ces observations tend à indiquer que l'interprétation des résultats de la littérature sur la base de l'accélération théorique est erronée et qu'il est crucial que les futures études se conforment aux recommandations méthodologiques proposées par un comité international d'experts concernant les travaux scientifiques relatifs à la sollicitation par WBV (Rauch, *et al.*, 2010) en déterminant, par exemple, l'accélération effective délivrée par la plateforme.

Le type de plateforme utilisé est également un facteur important à prendre en compte puisque certains produisent des oscillations verticales par le biais d'un mouvement vertical synchrone (VV)

du plateau alors que d'autres modèles induisent les oscillations par un mouvement alternatif d'élévation et d'abaissement du plateau autour d'un axe de rotation central (SV). La comparaison de ces types de plateforme pour un niveau d'accélération donné indique que des différences existent en termes de quantité et d'orientation de l'accélération délivrée, de niveau d'activité EMGs des muscles des membres inférieurs, de rythme cardiaque atteint et d'intensité perçue de la sollicitation. Par conséquent, la comparaison directe des adaptations neuromusculaires et des améliorations de performance engendrées par ces types de plateformes semble inappropriée.

Enfin, si l'on considère que la sollicitation par WBV induit des contractions musculaires par voie réflexe, certains auteurs se sont intéressés à l'augmentation de l'activité EMGs en fonction de différentes combinaisons fréquence-amplitude ou d'accélération en comparaison à la même sollicitation sans vibration. De plus, l'augmentation de l'activité EMGs pourrait également être dépendante des propriétés d'amortissement des muscles visant à absorber l'énergie mécanique produite par la plateforme. Ainsi, la détermination d'un seuil d'accélération permettant d'augmenter le niveau de contraction musculaire pourrait être un facteur discriminant des adaptations neuromusculaires et des améliorations de performance induites par une ou plusieurs séances de WBV. Cette conception peut effectivement être intéressante mais doit cependant prendre en compte les limites méthodologiques de l'enregistrement des signaux EMGs lors de la sollicitation par WBV liées à la présence d'artéfacts de vibration.

Au travers d'une revue contemporaine sur les mécanismes sous-jacents et les effets de cette sollicitation musculaire sur le système neuromusculaire et sur les améliorations de performance, les objectifs de cette communication sont : i) de présenter les travaux récents visant à identifier les paramètres importants de conception d'une séance en vue de proposer des recommandations d'utilisation dans des conditions sécuritaires, ii) d'illustrer comment la notion de seuil d'accélération pourrait expliquer les adaptations neuromusculaires et les améliorations de performance. Cette communication s'appuiera à la fois sur les travaux de la littérature et sur ceux réalisés au sein de notre laboratoire (Lienhard, 2014).

Références

- Cochrane, D.J., Loram, I.D., Stannard, S.R. & Rittweger, J. (2009). Changes in joint angle, muscle-tendon complex length, muscle contractile tissue displacement and modulation of emg activity during acute whole-body vibration. *Muscle and Nerve*, 40, 420-429.
- Lienhard, K. (2014). *Effet de l'exercice physique par vibration du corps entier sur l'activité musculaire des membres inférieurs : approche méthodologique et applications pratiques*. Thèse de doctorat, Université de Nice Sophia Antipolis.
- Lorenzen, C., Maschette, W., Koh, M., & Wilson, C. (2009). Inconsistent use of terminology in whole body vibration exercise research. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12, 676-678.
- Mester, J., Spitzenfeil, P., Schwarzer, J., & Seifriz, F. (1999). Biological reaction to vibration- Implications for sport. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 2, 211-226.
- Rauch, F., Sievanen, H., Boonen, S., Cardinale, M., Degens, H., Felsenberg, D., Roth, J., Schoenau, E., Verschueren, S. & Rittweger, J. (2010). Reporting whole-body vibration intervention studies: Recommendations of the international society of musculoskeletal and neuronal interactions. *Journal of Musculoskeletal and Neuronal Interactions*, 10, 193-198.

La vibration comme outil d'analyse des processus de contrôle sensori-moteur

Nicolas Forestier¹

¹ Laboratoire de Physiologie de l'Exercice (EA 4338), UFR CISM, Département STAPS, Université de Savoie.

nicolas.forestier@univ-savoie.fr

L'objectif de cette revue consiste à fournir aux lecteurs des informations sur les méthodologies actuellement utilisées qui considèrent les vibrations musculaires générées par percussion tendineuse comme de véritables outils d'investigation des processus de contrôle sensorimoteur. L'exposition d'individus sains à des phénomènes vibratoires est généralement associée à des effets négatifs. A titre d'exemple Martin et coll. (1984) montrèrent que la performance du système sensorimoteur, déterminée sur la base du réflexe H, était altérée lorsque des vibrations étaient appliquées sur le corps entier. L'effet négatif des vibrations ne se limite d'ailleurs pas aux seules boucles réflexes médullaire, la coordination visuo-manuelle est également perturbée lorsque la main est soumise à des vibrations (Martin et coll. 1991) ce qui nécessite de la part de l'individu d'augmenter la part de contrôle visuel nécessaire à l'exécution du mouvement. Ces résultats qui orientent les ingénieurs et/ou les ergonomes à limiter l'apparition de vibrations lors de l'utilisation d'outils ou d'équipements doivent cependant s'affranchir d'effets positifs. Sans remonter à la Grèce antique ou au Japon du XIX^{ème} siècle, périodes pour lesquelles il a été rapporté que les vibrations permettaient d'accélérer la récupération ou de lutter contre les spasmes musculaires, l'existence d'effets positifs associés à l'application de vibrations est aujourd'hui un fait largement partagé. En 1880 John Kellogg, ingénieur de formation, développe des dispositifs spécifiques capables de délivrer des vibrations à l'ensemble du corps dans le but de soigner des individus souffrant de maux de tête, de douleurs lombaires et même de constipation. Ces observations initiales qui manquèrent de rigueur scientifique furent complétées par les travaux de Whedon et coll. (1949) qui, au moyen d'un lit vibrant, démontrèrent que les vibrations limitaient la perte de densité osseuse lors de situations d'alitement prolongées. Les années 60 ouvrirent la voie à l'étude des effets sensorimoteurs des vibrations. Ces effets reposent sur l'existence dans la partie charnue des muscles squelettiques, de mécanorécepteurs fusoriaux encapsulés, sensibles à l'étirement et reliés au SNC par une innervation sensitive (Ia et II) et motrice via les motoneurons γ statique et γ dynamique. Les techniques de stimulation neuromusculaire rythmique, de vibration cyclique, de stimulation biomécaniques furent d'abord utilisés dans le cadre des projets spatiaux soviétiques pour lutter contre la déminéralisation osseuse et la sarcopénie puis ensuite appliquées au domaine de la performance sportive dans le cadre du programme de préparation Olympique des blocs de l'Est dès les années 1970. Au cours de cette même période, des équipes Anglaise, Finlandaise et Française par l'intermédiaire de Jean Pierre Roll constatèrent que l'application de percussions tendineuse engendre une série d'étirements rapides du tissu musculaire et provoque l'émission d'une afférence proprioceptive qui s'accompagne d'illusions de mouvement éventuellement associées à des réactions posturales lorsque les individus sont debout. Largement utilisée depuis cette date, la technique de percussion tendineuse appliquée à différentes problématiques. C'est par exemple en mesurant les conséquences comportementales de l'application de vibrations que l'effet de l'exposition à la microgravité sur le système de contrôle postural humain a été décrit (Roll et coll. 1993). C'est encore en manipulant la localisation de la vibration qu'il est possible d'optimiser la restauration fonctionnelle en entretenant chez des individus forcés à l'immobilisation articulaire, une représentation virtuelle du mouvement. Ces exemples démontrent que la vibration tendineuse peut, à l'image de la fatigue musculaire, être utilisée comme un outil de manipulation des entrées sensorielles et donc par extension comme outil d'investigation majeure des processus de contrôle neuromusculaire chez l'humain. Cette technique a été plus récemment appliquée dans le cadre des problématiques de repondération sensorielle. En effet, le SNC semble capable en fonction du contexte d'exécution d'identifier et de sélectionner des entrées sensorielles (visuelles, vestibulaires, proprioceptives) qui in fine fournissent les informations les plus fiables (Carver et coll. 2006). Il est possible, en appliquant des vibrations sur

des structures anatomiques particulières de quantifier, via l'étude des effets comportementaux générés, la part des différentes origines du signal proprioceptif associé au contrôle neuromusculaire. C'est dans ce contexte que Brumagne et collaborateurs (2004) ont mis en place une méthodologie qui considère la vibration comme une véritable sonde comportementale. Cet outil va rendre possible la quantification du poids des informations proprioceptives associées au contrôle neuromusculaire d'une articulation particulière, pour différents contextes d'équilibre et pour différentes pathologies (lombalgie, broncho-pneumopathie chronique obstructive). Cette technique validée en 2014 (Kiers et coll.) qui repose sur le calcul d'un indice de repondération sensorielle a également été appliquée à la problématique de l'instauration de l'instabilité chronique de cheville et à la récurrence des entorses latérales. Les résultats obtenus confirment l'hypothèse générale d'un effet de la spécificité de la surface instable sur l'utilisation des informations proprioceptives de la cheville. Plus précisément il s'avère que contrairement à un support instable multidirectionnel (type plateau de Freeman ou mousse), une instabilité spécifique à l'axe physiologique de l'arrière pied (axe de Henke) s'accompagne d'un maintien du niveau de recours aux informations proprioceptives de la cheville pour le contrôle de la posture (Forestier et coll. 2014). Finalement ces derniers travaux démontrent clairement que l'application de vibrations tendineuses contrôlées représente un outil d'investigation sensorimoteur qui permet d'interroger directement la nature des processus d'intégration et de traitement des informations proprioceptives dans des contextes variés.

Références

- Brumagne, S., Cordo, P. & Verschueren, S. (2004). Proprioceptive weighting changes in persons with low back pain and elderly persons during upright standing. *Neuroscience Letters*. 5;366(1):63-6.
- Carver, S., Kiemel, T. & Jeka J.J. (2006). Modeling the dynamics of sensory reweighting. *Biological Cybernetics*. 95(2):123-34.
- Forestier, N., Terrier, R. & Teasdale, N. (2014). Ankle Proprioceptive Signals Relevance for Balance Control on Various Support. An exploratory study. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*. 94(1):20-7
- Kiers, H., Brumagne, S., van Dieën, J. & Vanhees, L. (2014). Test-retest reliability of muscle vibration effects on postural sway. *Gait Posture*. 40(1):166-71.
- Martin, B.J., Roll, J.P. & Di Renzo, N. (1991). The interaction of hand vibration with oculomanual coordination in pursuit tracking. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 62(2):145-52.
- Martin, B.J., Roll, J.P. & Gauthier, G.M. (1984). Spinal reflex alterations as a function of intensity and frequency of vibration applied to the feet of seated subjects, *Aviation, Space, and Environmental Medicine*. 55(1):8-12.
- Roll, J.P., Popov, K., Gurfinkel, V., Lipshits, M., André-Deshays, C., Gilhodes, J.C. & Quoniam, C. (1993). Sensorimotor and perceptual function of muscle proprioception in microgravity. *Journal of Vestibular Research*. 3(3):259-73.
- Whedon, G.D., Deitrick, J.E. & Shorr, E. (1949). Modification of the effects of immobilization upon metabolic and physiologic functions of normal men by the use of an oscillating bed. *American Journal of Medicine*. 6(6):684-711.

Effets d'un cuissard compressif sur la fatigue neuromusculaire et le transfert vibratoire lors d'un exercice de pédalage avec vibration

Frédérique Hintzy¹, Jacques Jourde-Autier², Pierre Samozino¹, William Bertucci³ et Elias Ortiz¹

¹ Laboratoire de Physiologie de l'Exercice (EA 4338), Université Savoie Mont-Blanc ; ² Mavic SAS, Annecy ; ³ Groupe de Recherche en Sciences pour l'Ingénieur (EA 4694), Université de Reims Champagne Ardenne.

frederique.hintzy@univ-savoie.fr

Introduction

Le revêtement sur lequel se déplace le cycliste génère des vibrations, produisant oscillations et reflexes toniques vibratoires musculaires qui entraînent une suractivation du muscle. Il est possible que le port d'un cuissard compressif puisse réduire la fatigue neuromusculaire induite par un exercice de pédalage avec une exposition à des vibrations prolongées, en réduisant la dose vibratoire. Cette hypothèse se base sur deux études ayant montré une réduction des oscillations musculaires par l'utilisation de vêtements compressifs lors de sauts verticaux (Doan et al., 2003) ou lors de pédalage avec vibrations (Grégoire et al., 2013). Le but de cette expérimentation était d'étudier l'effet d'un cuissard compressif sur l'évolution de l'activation musculaire et du transfert vibratoire au cours d'un exercice de pédalage avec vibration induisant une fatigue neuromusculaire.

Méthode

Quinze sujets sportifs masculins (22 ± 3 ans ; 74 ± 5 kg ; 180 ± 15 cm) étaient volontaires pour cette étude. Le principal critère de sélection était d'avoir une circonférence de cuisse de 55 ± 1 cm (taille M) ou de 59 ± 1 cm (taille L) à partir de 8 cm de l'entrejambe, afin de standardiser la compression appliquée sur la cuisse par le cuissard (15 mmHg) (prototype, Mavic SAS, Annecy). L'étude se déroulait en 2 sessions identiques en laboratoire, une par condition de cuissard (sans (SC) vs. cuissard compressif (CC)). L'ordre de passages était randomisé et espacé d'au moins 48h. Le pédalage se faisait sur une bicyclette ergométrique non-isocinétique à volant d'inertie et frein magnétique « powerbike » (Power plate, France) dont la spécificité est de générer ou non des vibrations directement dans le pédalier dépendamment de la cadence de pédalage. Chaque session comprenait un exercice de pédalage sur cet ergocycle constitué d'un échauffement de 10 min sans vibration à une cadence de 85 rpm, suivi d'un effort rectangulaire de 20 min avec vibrations (33 Hz et 2 mm d'amplitude), à une cadence de 85 rpm et une résistance de 4 (sur un maximum de 5 niveaux proposés par le cycloergomètre). Notons que cette résistance induisait une sollicitation cardiaque moyenne sur les 20 min de 164 ± 14 bpm, i.e. 83% de la FC maximale théorique. La consigne était de maintenir scrupuleusement cette cadence, permettant de maintenir constante la fréquence de vibration et la puissance mécanique externe au pédalier. Un prélèvement d'un échantillon sanguin au bout du doigt (lactatémie), 2 contractions maximales volontaires du quadriceps (FMV) et des mesures de fréquence cardiaque (FC) étaient effectués pré- et post-exercice de pédalage, pour estimer le niveau de fatigue induit par l'exercice de pédalage. L'EMG a été enregistré en continue (1 000 Hz ; gain x 600 ; BIOPAC, États-Unis) sur le muscle Vastus Latéralis (VL), ce muscle étant un des principaux impliqués dans le pédalage mais aussi directement concerné par la compression. Des filtres ont été utilisés pour éliminer les artefacts (mouvements, événements extérieurs, signal électrique généré par les vibrations et ses harmoniques). Le paramètre retenu était le niveau moyen d'EMG par période de 20 sec exprimé en pourcentage d'activation par rapport à la période de pédalage sans vibration (RMS_{VL} en %). La dose vibratoire était mesurée à l'aide d'accéléromètres triaxiaux 50 g (fréquence : 1 000 Hz ; BSL-SS27L Biopac, États-Unis) en deux points de la face antérieure de la cuisse : entrée 5 cm au-dessus de la patella sur une zone non concernée par la compression ; sortie 8 cm en dessous de l'entre jambe sur une zone concernée par la compression. Des filtres ont été appliqués afin de filtrer la fréquence de pédalage et ses N harmoniques. Une RMS a été calculée pour chaque axe et chaque accéléromètres, sur des périodes de 20 sec puis pour la résultante des 3 axes. Le paramètre retenu était le pourcentage de doses vibratoires atténuées ($VIBa = (1 - (RMS_{sorties} / RMS_{entrée})) \times 100$).

L'originalité de cette étude est le calcul du Coût en EMG nécessaire à l'atténuation des vibrations (Coût musculaire $CM = RMS_{VL}/VIBa$), pour chaque période de 20 sec. L'indice de fatigue retenu pour chaque variable (RMS_{VL} pour l'EMG, $VIBa$ pour la vibration et CM pour le lien EMG et vibrations) est la pente de la régression de chaque variable en fonction du temps, sur toute la durée de l'exercice (Takaishi et al., 1996) : si la pente est positive et élevée, cette variable augmente au cours du temps alors que la puissance et les vibrations imposées restent constantes, ce qui peut être interprété comme un signe de fatigue. La comparaison des différents paramètres (conditions SC vs. CC ; pré- vs. post exercice de pédalage) a été effectuée à partir d'une ANOVA puis des tests post hoc.

Résultats

La lactatémie et la FC augmentent ($P < 0,01$) entre les conditions pré-post pédalage, et la FMV diminue ($P < 0,01$), pour les 2 conditions SC et CC. L'évolution du CM au cours du pédalage est illustrée dans la figure 1. Les pentes RMS_{VL} -temps et $VIBa$ -temps ne diffèrent pas entre les conditions SC et CC. Par contre, la pente CM -temps est significativement plus élevée ($P < 0,05$) avec SC ($0,007 \pm 0,014$) vs. CC ($-0,002 \pm 0,011$), tout comme le CM moyen sur tout l'exercice.

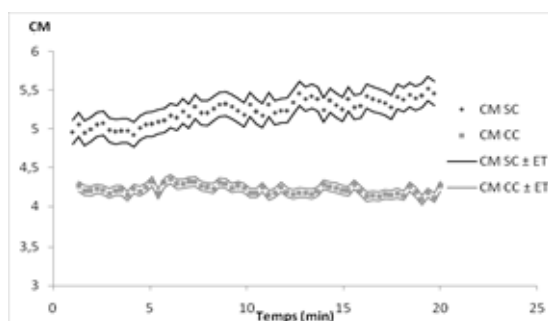


Figure 1. Coût Musculaire ($\mu \pm ET$) au cours du pédalage avec et sans cuissard.

Discussion

L'évolution de la lactatémie, de la FC et de la FMV suggère que le présent exercice induit chez les sujets l'apparition de phénomènes de fatigue. Par contre, l'évolution de l'EMG au cours du pédalage (pente RMS_{VL}) ne permet pas de mettre en évidence une fatigue neuromusculaire chez tous les sujets. Ceci s'explique par une grande divergence du comportement du muscle en réaction aux vibrations, d'où le besoin de relier EMG et vibrations par l'indice CM nécessaire à l'atténuation de la dose vibratoire. L'augmentation du CM reflète soit une augmentation de l'EMG pour atténuer une même quantité de vibration, soit une diminution de la dose vibratoire pour un même niveau d'EMG, soit une combinaison des deux. Quelle que soit la raison, une augmentation de la pente CM -temps indique une baisse de l'efficacité de la contraction du VL face aux vibrations. Le principal résultat de cette étude est que la pente CM -temps ainsi que le CM sont significativement plus faibles avec l'utilisation du cuissard compressif : le CC a un effet positif sur l'efficacité de la contraction musculaire du muscle VL pour atténuer les vibrations lors d'un exercice de pédalage de 20min. Cette amélioration de l'efficacité n'induit pas pour autant une diminution des indices de fatigue musculaire pour ce présent exercice de 20 min. Notons aussi que le cuissard testé apporte une compression supérieure à celle des cuissards de cyclisme commercialisés (15 au lieu de 2-9 mmHg), ce qui ouvre la porte à d'autres études sur ces derniers.

References

- Doan, B.K., Kwon, Y.-H., Newton, R.U., Shim, J., Popper, E.M., Rogers, R.A., Bolt, L.R., Robertson, M., & Kraemer, W.J. (2003). Evaluation of a lower-body compression garment. *J Sports Sc* 21, 601–10.
- Grégoire, N., Rossi, J., Jourdes-Autier, J., Samozino, P., Chimentin, X., Bertucci, W., Hintzy, F. (2013, octobre). *Le port d'un cuissard de cyclisme peut-il modifier l'activité musculaire lors de pédalage avec vibrations ?* Papier présenté à l'ACAPS 2013, Grenoble, France.
- Takaishi, T., Yasuda, Y., et al. (1996). Optimal Pedaling Rate Estimated from Neuromuscular Fatigue for Cyclists. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 28, 1492-1497.

Adding whole body vibration to preconditioning squat exercise increases subsequent cycling sprint performance

Sébastien Duc¹, William Bertucci¹, Ole Henrik Ruud², Kristine Levorsen Rotegård², Thomas Hauge²
et Bent Ronny Rønnestad²

¹ Groupe de Recherche En Sciences Pour l'Ingénieur (EA 4694), UFR STAPS, Université de Reims Champagne-Ardenne, France

² Section of Sport Science, Lillehammer University College, Lillehammer, Norway
sebastien.duc@univ-reims.fr

Introduction

Many previous studies have shown that adding high frequencies whole body vibrations (WBV) to dynamic squat as a method for warm-up /preconditioning increases immediately subsequent high-intensity performance during vertical jump (Fernandes et al. 2013), 20-40 m sprint (Rønnestad et al. 2011, 2013), and 30-s maximal pedalling (Alevar et al., 2012). It has been suggested that this improvement is linked to the phenomenon post-activation potentiation. This potentiation can be related to increased muscular activity due to Tonic Vibration Reflex (TVR) to WBV. In this study, we wanted to investigate whether performing dynamic squat with added WBV induces superior 10-s cycling sprint performance and muscular activation compared to squats without vibrations.

Method

Experimental design – Fourteen trained men (24.4 ± 4.6 years; 182 ± 6 cm; 77.1 ± 9.1 kg) performed two test sessions separated by 24 hours and conducted at the same time of day (± 1 h) to avoid influence of circadian rhythm. Each test started with a 15-min self-selected warm-up (identical for the two sessions) and ended by a maximal sprint for obtained reference values. After 15 min of active recovery (~ 125 W), a second 10-s sprint was performed one minute after a preconditioning exercise which consisted of dynamic half-squats during 30-s with either WBV a vibration plate (Bremshey SE7, Accell Fitness Benelux, Almere, The Netherlands) at 40 Hz (synchronous vertical vibrations of 3 mm amplitude) or no WBV. The resistance used for the sprints was normalized to the body mass. The order in which the two preconditioning conditions were performed was randomized. All testing was performed under similar environmental conditions ($18-20$ °C) and on the same electromagnetically braked cycle ergometer (Lode Excalibur Sport, Lode B. V., Groningen, The Netherlands). The seating position was individually adjusted according to cyclist's preferences and were identical between the two test sessions. The subjects were allowed to choose their preferred cadence during all the test and they used their own shoes and pedals. *Data collection* - Power output (PO) and pedalling cadence (CAD) were recorded continuously at 6 Hz during the sprints. After each sprint (~ 5 s), blood samples were taken from a fingertip and the subjects reported their rating of perceived exertion (RPE), and also immediately after each preconditioning exercise their perceived well-being in the legs on a 9 point scale (Rønnestad et al., 2013), going from “very very good” (value of 1) to “very very heavy” (value of 9). Surface electromyographic signals (sEMG) of Vastus Medialis (VM), Vastus Lateralis (VL) and Gastrocnemius Medialis (GM) of right and left lower limbs were measured simultaneously by six Trigno wireless sensors which consist of two dry bar electrodes (10 x 1 mm) spaced by 10 mm (Trigno Lab, Delsys Inc., Natick, U.S.A). Electrode skin areas were shaved, rubbed with an abrasive paste, and cleaned with an alcohol solution. The EMG sensors were attached to the skin with a double-sided adhesive interface tailored to match the contours of the sensor. They were placed on the middle of the muscle's belly and arranged in the direction of the muscle fibres, following the usual recommendations of literature. The attachment of sensors was secured with specific adhesive tape and by the wearing of cycling leg warmers. EMG signals were sampled at 1000 Hz, filtered using a band-pass filter (10-500 Hz), converted in digital format using a 16-bit multi-channel PowerLab 16/35 hardware and analysed with the LabChart software 8.0 (AD Instruments, Australia). Muscular activation of each muscle was quantified during the 10-s sprint, by the mean root mean square of EMG signal (RMS) of the two limbs, and was expressed in % of

the mean RMS value measured during the first sprint (reference) of each test session. *Statistical analysis*: All values presented in the text and figures are mean \pm standard deviation. Data sets were analysed using two-way ANOVA (time (pre-post) and condition (with/without WBV) for factors) and post-hoc analysis with Student's paired T-test. Cohen's effect size (ES) were computed when differences were significant.

Results

Peak (1637 ± 349 vs 1731 ± 389 W) and mean of PO (figure 1(A)) decreased significantly after conditioning exercise (ES = 0.27-0.30) but not when WBV are performed (1693 ± 356 vs 1723 ± 383 W). Peak (1693 ± 356 vs 1637 ± 349 W) and mean of PO after WBV preconditioning exercise (Figure 1(A)), were also significantly higher by 4% (IC_{95%}: 1.0-7.0%; ES = 0.72) and 4.6% (IC_{95%}: 1.8 – 7.3%; ES = 0.96) compared to after noWBV preconditioning exercise. There were no significant differences in the two experimental conditions for CAD (125 ± 3 vs 124 ± 2 rpm), RPE (17.1 ± 1.4 vs 17.4 ± 1.6), blood lactate (6.3 ± 2.2 vs 7.0 ± 2.6 mmol.l⁻¹) and intensity of EMG activity (figure 1b). Perceived well-being legs tend to be better after WBV preconditioning exercise (4.4 ± 1.0 vs 4.9 ± 1.5 , $p=0.055$, ES = 0.5).

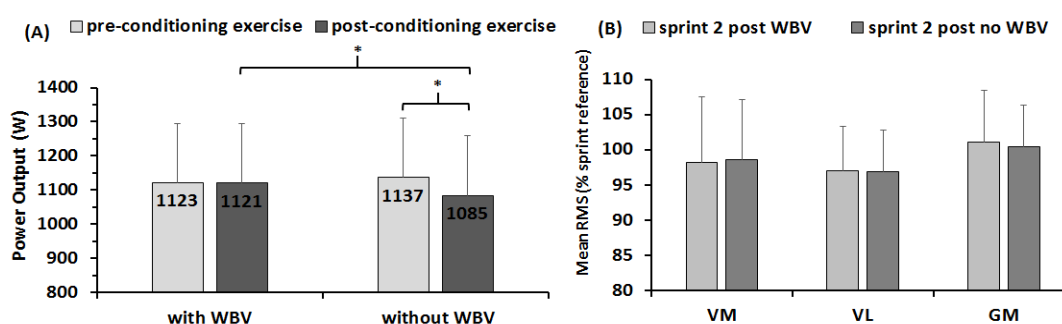


Figure 1. Mean power output (A) before and after pre-conditioning exercise and muscular activation (B) of Vastus Medialis (VM), Vastus Lateralis (VL) and Gastrocnemius Medialis (GM) during the second sprint

Discussion

Short sprint cycling performance in trained subjects was reduced after a 30-s squat preconditioning exercise but not when WBV were simultaneously applied at 40 Hz. This result suggests that coaches could incorporate such WBV exercises to limit the fatigue during repeated sprint training sessions. Like a previous study (Fernandes et al., 2013), the EMG activity of thigh and leg muscles was unchanged during the sprint after WBV intervention. Therefore, the effect of WBV observed in this study on the reduction of the performance decrease after squat preconditioning exercise without WBV, seems not to be related to TVR but probably by intracellular mechanisms like the increase of regulatory myosin light chain phosphorylation.

Références

- Avela, N.C., Costa, S.J., da Fonseca S.F., Tossie-Gomes, R., Grip, F.J., Coimbra C.C., Lacerda A.C. (2012). The effects of passive warm-up vs. whole body vibration on high intensity performance during sprint cycle exercise. *J Strength Cond Res*, 26(11), 2997-3003.
- Fernandes, I.G., Kawchuck, G., Bhambhani, Y., Chagas Gomes, P.G. (2013). Does whole-body vibration improve power performance via increased short latency stretch reflex response? *Journal of Science and Medicine in Sport*, 16, 360-364.
- Rønnestad, B.R., Ellefsen, S. (2011). The effects of adding different whole-body vibration frequencies to preconditioning exercise on subsequent sprint performance. *J Strength Cond Res*, 25(12), 3306-10.
- Rønnestad, B.R., Slettaløken, G., Ellefsen, S. (2013). Adding whole body vibration to preconditioning exercise increases subsequent on-ice sprint performance in ice-hockey players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20, (Epub ahead of print).

SYMPOSIUM N°16

L'activité physique pour mieux vieillir ?

(Coord.: Thomas Cattagni)

L'activité physique pour mieux vieillir ?

*Thomas Cattagni*¹

¹ Laboratoire « Motricité, Interactions, Performance » (EA 4334), UFR STAPS,
Université de Nantes.

thomas.cattagni@univ-nantes.fr

La pratique régulière d'activité physique joue un rôle prépondérant dans le maintien de capacités fonctionnelles, nécessaires à l'autonomie de la personne, en limitant la déchéance physique liée à l'avancée en âge. Depuis la fin des années 90, de nombreux travaux ont aussi mis en évidence les effets bénéfiques de l'activité physique sur les fonctions cognitives. Les résultats majeurs de ces travaux seront présentés dans une première communication. L'augmentation de la pratique d'activités physiques et sportives chez les personnes âgées se traduit aussi par une amélioration des performances corporelles. Une seconde communication aura pour objectif de présenter un état des lieux des performances physiques et sportives des athlètes seniors, principalement au cours d'efforts d'endurance. La pratique d'activité physique est considérée comme un des facteurs favorisant la longévité. Néanmoins, la question de ses effets bénéfiques chez les sportifs de hauts niveaux se pose, au regard des intensités souvent excessives des entraînements ou compétitions. Une dernière communication visera à présenter la longévité et la mortalité de l'élite sportive.

Communications (dans l'ordre) :

- 1- Le rôle de l'activité physique dans le déclin cognitif au cours du vieillissement : quels bénéfices ?
- 2- Vieillesse et performances
- 3- Longévité et mortalité de l'élite sportive

Le rôle de l'activité physique dans le déclin cognitif au cours du vieillissement : quels bénéfices ?

Olivier Dupuy¹

¹ Laboratoire MOVE « Mobilité, Vieillissement et Exercice » (EA 6314), UFR STAPS, Université de Poitiers

olivier.dupuy@univ-poitiers.fr

Le processus de vieillissement s'accompagne inévitablement d'un déclin dans de nombreux domaines cognitifs (Drag and Bieliauskas, 2010). Parmi les processus cognitifs, les fonctions exécutives et de contrôle attentionnel sont particulièrement sensibles au vieillissement (McDowd et Shaw, 2000). Les fonctions exécutives sont généralement des fonctions "de niveau supérieur" (planification, inhibition, flexibilité) impliquée dans le contrôle et la régulation des processus cognitifs (Miyake et al. 2000). Plusieurs études en neuro-imagerie ont démontré que les fonctions exécutives telles que l'inhibition et la flexibilité sont sous le contrôle du cortex préfrontal (Fuster, 2000; Turner & Spreng, 2012). La diminution de ces capacités liée à l'âge a souvent été associée à des changements anatomiques et physiologiques importants (Bishop et al., 2010) et en particulier dans les régions frontales du cortex cérébral (Yuki et al. 2012). Néanmoins, il a également été suggéré que l'atrophie de cerveau âgé et les changements neurophysiologiques associés à l'âge peuvent être réduits grâce à une activité physique régulière (Yuki et al. 2012).

Actuellement, il est reconnu que l'activité physique régulière est la meilleure stratégie (DeWeerd, 2011) pour promouvoir la santé générale. Plusieurs études ont mis en évidence une diminution du déclin cognitif chez les personnes physiquement actives (Angevaren et al. 2008). Le maintien d'un niveau élevé de la capacité aérobie permettrait ainsi de protéger le cerveau contre les effets du vieillissement ainsi que les effets cumulatifs de problèmes de santé associés à l'âge (McAuley et al. 2004). Les études d'intervention ont également tendance à soutenir l'idée que l'entraînement aérobie est un moyen efficace pour améliorer la cognition, et plus spécifiquement, les fonctions exécutives, chez les personnes âgées. En effet, les résultats de la méta-analyse de Colcombe et Kramer (2003) montrent qu'après une période d'entraînement de type aérobie, l'amélioration des processus cognitifs est plus grande dans le domaine exécutif. Ces résultats sont, en outre, soutenus par des résultats plus récents (Boucard et al. 2012; Predovan et al. 2012.). Dans leur étude transversale, Boucard et ses collègues (2012) démontrent qu'une meilleure condition physique est associée sélectivement à de meilleures performances d'inhibition. Predovan et al. (2012) observe également que des individus ayant complété trois mois d'entraînement de type aérobie ont des améliorations significatives dans les processus exécutif (évaluation lors de l'exécution d'un test de Stroop). Néanmoins, ces résultats ne sont pas seulement obtenus suite à des entraînements de type aérobie, puisque semblerait-il, l'entraînement en musculation peut avoir le même type d'effet sur la cognition (Berryman et al. 2014).

L'ensemble de ces résultats amène à nous interroger sur les mécanismes neurophysiologiques sous-jacents à l'entraînement physique régulier. Plusieurs études démontrent que l'activité physique régulière induit une plasticité cérébrale, augmentant ainsi le volume de la matière grise (Yuki et al. 2012) et le volume de la substance blanche (Tseng et al. 2013) dans le cerveau, ainsi que l'augmentation du volume de l'hippocampe (Szabo et al. 2011). En ligne avec les études animales sur ce sujet, des facteurs neurotrophiques servent à promouvoir la neurogénèse et la synaptogénèse. (Cotman et al. 2007; Davenport et al. 2012). Toutefois, des recherches supplémentaires sont nécessaires pour appuyer cette hypothèse chez l'homme. D'autres mécanismes neurophysiologiques pourraient également expliquer la relation entre la condition physique et la cognition. Le bon fonctionnement des processus cognitifs étant dépendant du débit sanguin et de l'apport en oxygène, l'exercice physique régulier apparaît comme étant un puissant stimulant pour améliorer la santé vasculaire, le débit sanguin cérébral (Ainslie et al, 2008) ainsi que l'oxygénation cérébrale (Dupuy

et al, 2015). En effet, l'entraînement physique régulier induirait une amélioration de la fonction endothéliale cérébrale par une libération de facteurs de croissance vasculaire.

Références

- Angevaren, M., Aufdemkampe, G., Verhaar, H.J.J., Aleman, A., and Vanhees, L. (2008). Physical activity and enhanced fitness to improve cognitive function in older people without known cognitive impairment. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. doi: Cd00538110.1002/14651858.CD005381.pub3.
- Berryman N, Bherer L, Nadeau S, Lauzière S, Lehr L, Bobeuf F, Lussier M, Kergoat MJ, Vu TT, Bosquet L. Multiple roads lead to Rome: combined high-intensity aerobic and strength training vs. gross motor activities leads to equivalent improvement in executive functions in a cohort of healthy older adults. *Age (Dordr)*. 2014;36(5):9710. doi: 10.1007/s11357-014-9710-8. Epub 2014 Sep 7.
- Boucard, G.K., Albinet, C.T., Bugajska, A., Bouquet, C.A., Clarys, D., and Audiffren, M. (2012). Impact of Physical Activity on Executive Functions in Aging: A Selective Effect on Inhibition Among Old Adults. *Journal of Sport & Exercise Psychology* 34, 808-827.
- Colcombe, S., and Kramer, A.F. (2003). Fitness effects on the cognitive function of older adults: A meta-analytic study. *Psychological Science* 14, 125-130. doi: 10.1111/1467-9280.t01-1-01430.
- Deweerd, S. (2011). PREVENTION Activity is the best medicine. *Nature* 475, S16-S17.
- Dupuy O, Gauthier CJ, Fraser SA, Desjardins-Crèpeau L, Desjardins M, Mekary S, Lesage F, Hoge RD, Pouliot P, Bherer L. Higher levels of cardiovascular fitness are associated with better executive function and prefrontal oxygenation in younger and older women. *Front Hum Neurosci*. 2015 Feb 18;9:66. doi: 10.3389/fnhum.2015.00066. eCollection 2015.
- McAuley E, Kramer AF, Colcombe SJ. (2004) Cardiovascular fitness and neurocognitive function in older adults: a brief review. *Brain Behaviour and Immunity*. 18(3):214-20.
- Miyake A, Friedman NP, Emerson MJ, Witzki AH, Howerter A, Wager TD. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex "Frontal Lobe" tasks: a latent variable analysis. *Cogn Psychol*. 41(1):49-100.
- Predovan, D., Fraser, S.A., Renaud, M., and Bherer, L. (2012). The effect of three months of aerobic training on stroop performance in older adults. *J Aging Res* 2012, 269815. doi: 10.1155/2012/269815.
- Salthouse, T.A. (2010). Selective review of cognitive aging. *Journal of the International Neuropsychological Society* 16, 754-760. doi: 10.1017/s1355617710000706.
- Szabo, A.N., McAuley, E., Erickson, K.I., Voss, M., Prakash, R.S., Mailey, E.L., Wojcicki, T.R., White, S.M., Gothe, N., Olson, E.A., and Kramer, A.F. (2011). Cardiorespiratory Fitness, Hippocampal Volume, and Frequency of Forgetting in Older Adults. *Neuropsychology* 25, 545-553. doi: 10.1037/a0022733.
- Tseng, B.Y., Gundapuneedi, T., Khan, M.A., Diaz-Arrastia, R., Levine, B.D., Lu, H., Huang, H., and Zhang, R. (2013). White matter integrity in physically fit older adults. *Neuroimage* 82, 510-516. doi: 10.1016/j.neuroimage.2013.06.011.
- Yuki, A., Lee, S., Kim, H., Kozakai, R., Ando, F., and Shimokata, H. (2012). Relationship between Physical Activity and Brain Atrophy Progression. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 44, 2362-2368. doi: 10.1249/MSS.0b013e3182667d1d.

Viellissement et performances

Romuald Lepers¹ et Thomas Cattagni²

¹ Laboratoire INSERM U1093, UFR STAPS Dijon, Université de Bourgogne

² Laboratoire « Motricité, Interactions, Performance » (EA 4334), Université de Nantes
romuald.lepers@u-bourgogne.fr

Les athlètes séniors, continuant à pratiquer une activité physique régulière, sont un très exemple du bien-vieillir (Louis et coll. 2012, Tanaka & Seals 2003). Ils sont aussi un bon modèle pour quantifier la part relative de la sénescence (i.e. processus biologique irréversible du vieillissement) dans la diminution des capacités fonctionnelles physiologiques. En effet, ils constituent la preuve que le déclin des capacités fonctionnelles est en partie évitable et que l'exercice physique, pratiqué régulièrement à des intensités élevées, peut limiter ou retarder les effets de l'âge ou l'apparition de pathologies liées au vieillissement (Gremeaux et coll. 2012).

Augmentation de la participation des athlètes séniors

Au cours de ces 30 dernières années, la participation des athlètes masters (> 40 ans) aux différentes épreuves d'endurance, comme le marathon ou le triathlon, sur les différents championnats nationaux ou internationaux réservés à ces classes d'âge, n'a cessé d'augmenter (Lepers & Cattagni 2012, Lepers & Maffiuletti 2011, Lepers et coll. 2013b,c). Par exemple, le nombre d'athlètes masters pratiquant le marathon a fortement progressé au cours des trois dernières décades, représentant, à présent, plus de 50% des participants. Au marathon de New-York, la proportion des athlètes de plus de 40 ans est proche de 55% des participants chez les hommes et 40% chez les femmes (Lepers & Cattagni 2012). Même si la participation des athlètes masters féminines reste plus faible que leur homologue masculin, la progression de celle-ci, lors des dernières décennies est beaucoup plus marquée. Le constat est similaire sur des épreuves d'endurance beaucoup plus longues comme le triathlon distance Ironman, combinant natation, vélo et course à pied et où la durée d'effort dépasse les 10 h pour les meilleurs athlètes de 60 ans (Lepers et coll. 2013). Cette forte progression du taux de participation des athlètes masters peut s'expliquer par différents facteurs démographiques, sociologiques et culturels (Reaburn & Dascombe 2008). Les principales raisons qui poussent ces athlètes à participer à des événements sportifs organisés sont le plaisir, les bénéfices en termes de bien-être et de santé, le lien social ainsi que la compétition. Cependant chez ces athlètes masters, la distinction entre les individus qui ont commencé à s'entraîner sur le tard (c.à.d. après 40 ans) et ceux qui ont toujours pratiqué une activité physique régulière depuis leur plus jeune âge reste, à ce jour, méconnue.

Amélioration des performances des athlètes séniors

Les athlètes masters réalisent aussi des performances de plus en plus remarquables. On peut citer à titre anecdotique, les performances du Canadien Ed Whitlock, qui à 73 ans, est passé sous la barre des 3h (2h 54min) au marathon en 2004 (Lepers et coll. 2013). Il détient aussi, à ce jour, les records des 80-84 ans sur marathon (3h 15min) et sur 10km (42min 58s). Plus globalement, on observe, ces dernières années, une amélioration régulière des performances des athlètes masters. Par exemple, au cours de la dernière décennie, les performances au marathon de New-York des meilleurs représentants (top 10) masculin de la catégorie d'âge 65-69 ans ont progressé en moyenne de 3% et de 7% pour les femmes âgées de 60 à 64 ans (Lepers & Cattagni 2012). L'analyse des résultats sur ce marathon, entre 1980 et 2009, montre aussi que les performances réalisées par les meilleurs hommes (> 64 ans) et femmes (> 44 ans) n'ont toujours pas atteint un plateau contrairement aux plus jeunes catégories, suggérant que ces athlètes n'ont pas encore atteint leur limite de performance. Le phénomène est identique pour le triathlon Ironman où les performances des catégories au-delà de 45 ans se sont améliorées en moyenne d'environ 8% en 25 ans (Lepers et coll.

2013b,c), (Figure 1).

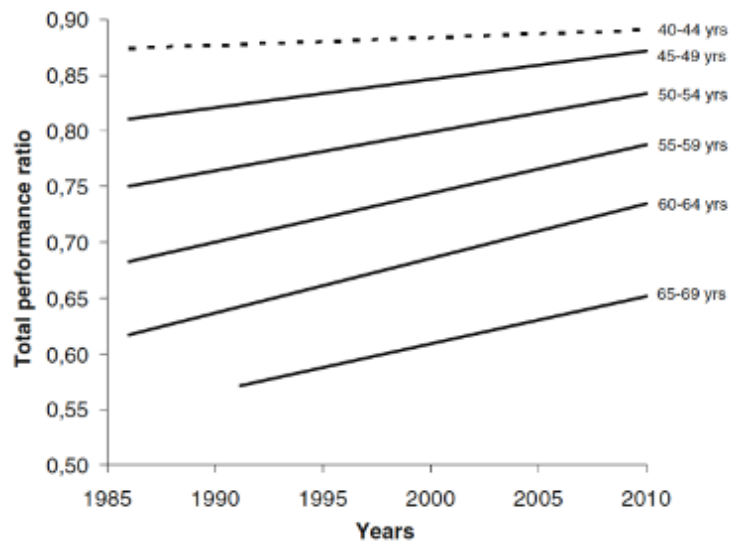


Figure 1 : Evolution des performances sur le triathlon Ironman d'Hawaii pour le top10 de chaque groupe d'âge entre 1985 et 2010. Un ratio de performance égal à 1 correspond à la performance du top 10 du groupe d'âge 18-39 ans (D'après Lepers et coll. 2013b).

Références

- Gremeaux V, Gayda M, Lepers R, Sosner P, Juneau M, Nigam A (2012) Exercise and longevity. *Maturitas*, 73(4):312-317.
- Lepers R, Maffiuletti N (2011) Age and Gender Interactions in Ultra-Endurance Performance: Insight from Triathlon. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 43(1):134-139.
- Lepers R, Cattagni T (2012). Do older athletes reach limits in their performance during marathon running? *Age (Dordr)*, 34(3):773-781.
- Lepers R, Stapley P, Cattagni T, Gremeaux V, Knechtle B (2013a) Limits in endurance performance of octogenarian athletes. *Journal of Applied Physiology*, 114:829.
- Lepers R, Rüst C, Stapley P, Knechtle B (2013b) Relative improvements in endurance performance with age: Evidence from 25 years of Hawaii Ironman racing. *Age (Dordr)*, 35(3):953-962.
- Lepers R, Knechtle B, Stapley PJ (2013c) Trends in Triathlon Performance: Effects of Sex and Age. *Sports Med.* 43(9):851-863.
- Louis J, Nosaka K, Brisswalter J (2012). L'athlète master d'endurance, un modèle de vieillissement réussi. *Science & Sports*, 27:63-76.
- Reaburn P, Dascombe B (2008) Endurance performance in masters athletes. *Eur Rev Aging Phys Act* 5:31-42.
- Tanaka H, Seals DR (2003) Invited Review: Dynamic exercise performance in masters athletes: insight into the effects of primary human aging on physiological functional capacity. *J Appl Physiol* 95:2152-21562.

Longévité et mortalité de l'élite sportive

Juliana Antero-Jacquemin^{1,2}, François Desgorces^{1,2}, Adrien Sedeaud¹, Adrien Marck¹, Philippe LeVan⁴, Grégoire Rey³, Aurélien Latouche⁵, Alain Calmat⁴ et Jean-François Toussaint^{1,2,6}

¹ IRMES, Institut de Recherche bioMédicale et d'Epidémiologie du Sport, INSEP

² Université Paris Descartes, Sorbonne Paris Cité

³ INSERM, Centre for Epidemiology on Medical Causes of Death (CépiDc), Le Kremlin-Bicêtre, France.

⁴ Comité National Olympique Sportif Français (CNOSF), Paris, France

⁵ Conservatoire National des Arts et Métiers (CNAM), Paris, France

⁶ Centre d'Investigations en Médecine du Sport (CIMS), Paris, France

Juliana.antero@insep.fr

L'activité physique est mondialement recommandée en raison de ses bénéfices sanitaires et de son impact majeur sur la réduction de la mortalité des populations. Toutefois, la relation entre dose d'activité physique et bénéfices sanitaires n'est pas clairement établie. Les pratiques de forte intensité sont débattues, notamment quant à leurs effets cardiovasculaires. La population des sportifs d'élite, composée par les participants aux plus grandes compétitions mondiales, est actuellement soumise à des charges d'entraînement 10 fois supérieures aux recommandations. La contrainte augmente aussi par le temps total d'exposition lors des entraînements et des compétitions, soumettant les sportifs à des accidents et blessures récurrentes.

L'intérêt de porter une attention particulière à l'élite sportive réside également dans le fait que sa surexposition peut faire ressortir des déterminants, positifs et négatifs, de la longévité humaine. L'IRMES a pour mission d'établir une cartographie de l'état de santé des athlètes, en termes de morbidité, de mortalité et de longévité.

Pour cela, nous avons réalisé un très large recueil des données biographiques et des performances sportives de l'ensemble des athlètes, toutes nationalités confondues, ayant participé aux Jeux Olympiques (JO) depuis 1896 ainsi que de la totalité des athlètes ayant participé au Tour de France (TDF) depuis 1947, composant une cohorte de plus de 125 000 athlètes au total. Ensuite, nous avons vérifié, auprès du Répertoire National d'Identification des Personnes Physiques (RNIPP), les statuts vitaux des athlètes français (plus de 4000). Pour les athlètes concernés, nous avons examiné leurs causes de décès auprès du Centre d'épidémiologie sur les causes médicales de décès (CépiDc).

Pour une approche descriptive de la mortalité des sportifs, nous nous sommes appuyés sur des méthodes d'analyse des différentiels de mortalité, le taux de mortalité standardisé (Standardized Mortality Ratio ou SMR) et la méthode de Kaplan-Meier.

Nos premiers résultats révèlent que l'élite des sportifs de haut niveau français, tous sports confondus, vit plus longtemps que la moyenne de nos compatriotes. Leur mortalité globale est réduite de 50% environ, avec une importante réduction du risque de cancers et de maladies cardiovasculaires (ces deux causes principales de décès sont aussi les premières en population générale). Par ailleurs, les femmes, qui n'avaient auparavant pas fait l'objet d'étude comparable au sein de ce groupe, présentent un avantage de survie tout aussi important que celui des hommes.

Des analyses complémentaires ont porté sur deux autres cohortes, plus homogènes d'un point de vue physiologique et sportif. La première s'est concentrée sur les rameurs de niveau olympique, dont la littérature décrit le type d'entraînement comme une source possible d'altérations cardiaques (Antero-Jacquemin et coll. 2014). Nos analyses, portant sur un siècle de suivi, révèlent au contraire une importante réduction de leur mortalité générale et cardio-vasculaire.

La deuxième, formée par les cyclistes du Tour de France, a fait l'objet d'un intérêt particulier en raison de la très haute exigence physiologique au cours de cette épreuve (5h de course par jour

pendant 3 semaines) (Marijon et coll. 2013). Or, comme dans la cohorte précédente, ces athlètes présentent une réduction de mortalité générale de 41%, avec un risque diminué de décès cardiovasculaires et de cancers. Dans ce groupe, seul le risque de décès par accident est légèrement augmenté, et ce uniquement durant leur carrière (entre 20 et 30 ans).

Pour investiguer l'impact des contraintes physiologiques de chaque discipline, nous avons également adapté le modèle des risques concurrents à la survie des sportifs. Il est ainsi possible de mesurer le nombre d'années de vie gagnées dans chacun des groupes et pour chacune des causes de décès. Les athlètes ont, en moyenne, une espérance de vie de 6 ans supérieure à celle de la population générale, soit deux années gagnées en raison du risque diminué de maladies cardiovasculaires, deux en raison d'une diminution du risque de cancers, et deux en raison d'une réduction de toutes les autres causes.

Pourtant, ce gain n'est pas homogène entre chacune des disciplines. Les résultats actuels révèlent notamment une association entre la durée de l'effort et le nombre d'années de vie gagnées par réduction du risque cardiovasculaire, suggérant un possible optimum entre le type d'effort et le bénéfice de long terme.

Ces travaux montrent ainsi que la longévité des athlètes est associée aux caractéristiques de chaque épreuve, avec des réductions du risque de maladies plus ou moins importantes selon les pratiques.

Identifier ces déterminants aura des répercussions en termes de santé publique : les risques établis justifient en effet la mise en place de mesures de protection spécifiques tandis que les bénéfices validés permettront de renforcer le caractère préventif de l'activité physique ou sportive dans les campagnes de promotion de la santé et de lutte contre la sédentarité.

Références

- Antero-Jacquemin J, Desgorces FD, Dor F, Sedeaud A, Haida A, LeVan P, Toussaint JF (2014). Row for your life: a century of mortality follow-up of French olympic rowers. *PLoS One*. 9(11):e113362.
- Marijon E, Tafflet M, Antero-Jacquemin J, El Helou N, Berthelot G, Celermajer DS, Bougouin W, Combes N, Hermine O, Empana JP, Rey G, Toussaint JF, Jouven X (2013). Mortality of French participants in the Tour de France (1947-2012). *Eur Heart J*. 34(40):3145-3150.

SYMPOSIUM N°17

Auto-régulation face à la menace : Enjeux et proposition d'articulation de différentes approches mono-disciplinaire

(Coord.: Nicolas Margas)

Auto-régulation face à la menace : enjeux et proposition d'articulation de différentes approches mono-disciplinaires

Nicolas Margas^{1,2}

¹ *Normandie Université, France ;*

² *UNICAEN, CESAMS, F-14032, France*

nicolas.margas@unicaen.fr

Ce symposium se focalise sur les processus d'auto-régulation expliquant l'influence des états de menace sur le comportement humain. Identifier ces processus représente un enjeu appliqué considérable en STAPS puisque les terrains qui y sont investigués induisent de façon spécifique et importante des états de menace (performance de haut niveau, menaces identitaire et physique dans l'engagement de soi en EPS ou en APA, réactions en milieux hostiles, supportérisme, stress et santé...). En d'autres termes, tenter de prédire la motricité d'un sportif de haut niveau sans prendre en compte l'influence de ses états de menace, c'est prévoir sa motricité à l'entraînement ! De même, ne pas prendre en compte l'influence des menaces physiques que l'élève vit en EPS sur sa motricité, les relations sociales ou les valeurs qu'il y construit, c'est oublier l'engagement de soi, notamment corporel, qui fonde pourtant la spécificité de l'EPS. Plusieurs approches se focalisent sur cet objet de recherche mais elles fonctionnent en parallèle en restant ancrées sur des variables dépendantes différentes et des modélisations spécifiques.

L'objet de ce symposium est d'illustrer ces approches mono-disciplinaires pour tenter de faire émerger leurs convergences et contradictions. Identifier ces convergences, c'est ouvrir sur une possible approche théorique intégrative au pouvoir explicatif plus large. Les incompatibilités de résultats empiriques entre ses approches peuvent aussi permettre de pointer des modérateurs de l'impact de la menace en mesure d'accroître la portée des modèles théoriques propres à chaque approche ou d'un modèle intégratif. Même si le symposium ne pourra couvrir l'ensemble de ces approches mono-disciplinaires, elles illustreront ces convergences et contradictions. En amont de ces présentations, nous proposerons l'idée d'un système sécuritaire gérant ces menaces en fonction de leurs caractéristiques et influençant un panel de variables dépendantes issues des différentes approches. Cette proposition pourra servir de filtre de lecture aux présentations mono-disciplinaires afin de mieux percevoir les continuités et les ruptures des résultats présentés et d'ouvrir le débat pour tenter d'avancer vers une approche transdisciplinaire.

Les STAPS constituent un milieu privilégié pour y parvenir puisque (1) la pluridisciplinarité y est justement prégnante, (2) ses terrains de recherche sont traversés par les menaces en question, et (3) les variables dépendantes impactées sont centrales en STAPS (éducation, performance, santé).

Liste des communications associées au symposium et auteurs principaux:

Nicolas Margas et Marion Rull : Le modèle du système de sécurité : proposition d'articulation des processus d'auto-régulation face à la menace.

Marion Rull et Nicolas Margas : La dimension sociale de la menace : rôle modérateur du partage de la menace dans les attitudes intergroupes.

Virginie Bagneux, Iouri Bernache-Assollant et Raphaël Laurin : Toutes les défaites sont-elles menaçantes ? Influence de la légitimité des performances sur les objets sociaux des émotions et les stratégies de gestion identitaires utilisées par les supporters.

Estelle Palluel, Arthur de Freitas Brandão, Isabelle Olivier et Vincent Nougier : Effets des émotions sur le contrôle postural de l'enfant et de l'adulte.

Fabien Macary, Paul Fontayne, Philippe Sarrazin, et Aïna Chalabaev : Buts d'accomplissement et menace du stéréotype : Conséquences sur la satisfaction des besoins et la performance en Education Physique et Sportive.

Le modèle du système de sécurité : proposition d'articulation des processus d'auto-régulation face à la menace

Nicolas Margas^{1,2} et Marion Rull^{1,2}

¹ *Normandie Université, France* ; ² *UNICAEN, CESAMS, F-14032, France*
nicolas.margas@unicaen.fr

L'enjeu de l'auto-régulation face à la menace en STAPS

L'auto-régulation face à la menace constitue un objet de recherche privilégié en STAPS. En effet, les terrains qui y sont investigués mettent en avant des contextes menaçants riches et variés (performance sportive de haut niveau, engagement corporel fondant la légitimité disciplinaire de l'EPS ou la spécificité des APA...) qui font que le comportement humain ne peut être appréhendé sur ces terrains sans considérer l'impact de ces menaces. L'auto-régulation face à la menace est aussi un enjeu important parce que les travaux, à l'instar des communications de ce symposium, montrent l'influence de ces états de menace sur des variables importantes en STAPS (perception, contrôle moteur, performance sportive, attitudes, valeurs...).

Le modèle du système sécuritaire

Même si ces approches se focalisent sur l'auto-régulation face à la menace, elles nourrissent des modèles théoriques qui s'ignorent et fonctionnent en parallèle. A l'instar de Hart (2014), nous proposons ici une approche méta-théorique basée sur une réflexion évolutionniste des processus d'auto-régulation face à la menace. Nous partons du principe que les théories sur la nature humaine doivent, au moins en partie, être des théories évolutionnistes, parce que l'architecture physique et psychologique de l'homme, comme pour les autres espèces, est le fruit d'un processus évolutionniste (Kirkpatrick & Navarette, 2006). Dans cette optique, l'homme a nécessairement construit au cours de son évolution un système de régulation, largement inné et préprogrammé lui permettant de réagir face aux menaces. Le système sécuritaire serait un assemblage de systèmes basiques de régulation émotionnelle et motrice et d'un système plus élaboré d'association symbolique (attachement, estime de soi, valeurs...). Les contextes menaçants amorceraient ce système sécuritaire et engendreraient, selon les caractéristiques de la menace, soit des sorties automatiques pour réagir directement à la menace soit des réactions indirectes par compensation sur d'autres domaines permettant de diminuer l'anxiété produite par la menace. Ces réactions seraient guidées par les fonctions qui ont été nécessaires à la survie de l'espèce (e.g., reproduction) même si elles peuvent paraître non rationnelles ou non fonctionnelles pour lutter contre la menace présente. Par exemple, face à la menace symbolique de la défaite de l'équipe supportée, les stratégies identitaires mises en place peuvent engendrer de l'agressivité intergroupe et donc une mise en jeu de la sécurité individuelle pour protéger les valeurs et l'identité collective de son groupe (voir la communication de Bagneux, Bernache-Assollant & Laurin) car le groupe et ses valeurs sont plus importants que la sécurité individuelle sur le plan évolutionniste. De même, même si la menace du stéréotype engendre une baisse de la performance néfaste sur le plan individuel (voir la communication de Macary, Fontayne, Sarrazin & Chalabaev), ce processus a pu émerger pour l'intérêt de l'espèce à éviter les situations menaçantes (congruence menace du stéréotype/évitement) ou à adopter des comportements d'approche ou d'exploration favorisant la reproduction en situation de sécurité (congruence stéréotype « lift »/approche). En incorporant des travaux issus de différents champs de recherche, Hart (2014) propose des mécanismes de protection interchangeable dans leur fonction régulatrice de l'anxiété comme le renforcement des affiliations sociales existantes, le maintien de l'estime de soi, la recherche de contrôle et le renforcement des représentations préservant le fonctionnement social. Des atteintes à ces construits (« inputs ») (menaces physiques ; pertes de contrôle, atteintes identitaires...) engendrent de l'anxiété et en retour une compensation sur le même construit ou sur d'autres construits associés au système sécuritaire (« outputs ») (e.g., la dimension sociale de la menace physique (voir la communication de Rull & Margas). En

continuité, les outputs émotionnels, perceptifs, moteurs, motivationnels et sociaux seraient congruents entre eux à l'instar des effets constatés par Holbrook et al. (2011) montrant l'augmentation de la vigilance précédant les réponses ethnocentriques face à la menace, ceux de Cesario et al. (2014) montrant des biais perceptifs de distance d'un exogroupe menaçant en fonction de la présence rassurante (ou non) de l'endogroupe. Nous proposons de lire avec ce filtre théorique les résultats présentés ici et portant sur des objets classiques des STAPS. Ces objets sont investigués habituellement via des modèles spécifiques mais pourraient être expliqués communément par le modèle du système de sécurité. Cet examen de ces phénomènes de compensation et aussi de la congruence des « outputs » permettra d'étayer (ou non) la proposition théorique.

Les pistes pour étayer ce modèle intégrateur et faire évoluer les approches spécifiques.

Le premier point sera un enjeu principal du symposium, c'est-à-dire comme indiqué précédemment l'examen dans les résultats issus des différentes approches de ces phénomènes de compensation et de congruence face à la menace (menace de contexte, menace intergroupe, menace du stéréotype). Si certains résultats présentés ici vont dans le sens du modèle du système de sécurité, d'autres le questionneront et ouvriront éventuellement sur des propositions d'amélioration du modèle ou des modèles ciblant les objets de recherche spécifiques. Par exemple, des « outputs » différents face à une même menace (e.g., de contexte) sont potentiellement des modérateurs de l'impact de cette menace puisqu'ils permettent de diminuer l'anxiété associée à la menace (e.g., Cesario et al., 2014). Par ailleurs, la validation du modèle passe par la justification des effets observés sur le plan de l'évolution. Un second point réside dans l'identification du chemin causal expliquant ces effets de la menace. Notamment, le rôle médiateur des émotions, par nature adaptatives sur le plan évolutionniste, sera questionné en termes de valence (voir la communication de Palluel, de Freitas Brandão, Olivier, Nougier) ou de manière spécifique à chaque émotion (voir la communication de Bagneux, Bernache-Assollant & Laurin) étant donné que les caractéristiques de la menace peuvent engendrer des émotions différentes (peur, colère, dégoût...). Ensuite et troisièmement, étant donné la nature théoriquement implicite du fonctionnement du système de sécurité, il semble opportun sur cette question de tendre vers des mesures implicites (test d'association implicite, mesures physiologiques, IRM...) des variables appréhendées dans les champs de recherche proposés et davantage encore des inductions de menace utilisées (subliminales ou supra-liminales non conscientes). Si le système de sécurité est le fruit de l'évolution et est responsable des processus exposés ici, ces processus devraient aussi émerger face à des menaces non conscientes.

Conclusion

Au regard de ces propositions, les STAPS parce qu'elles investiguent des terrains proposant des menaces riches et variées, qu'elles se focalisent sur des variables dépendantes signifiantes par rapport au fonctionnement supposé du système sécuritaire (contrôle moteur, perception, éducation, santé) et qu'elles sont pluridisciplinaires semblent particulièrement armées pour faire avancer la connaissance sur cet objet de recherche qu'est l'auto-régulation face à la menace et les questions appliquées qui s'y rapportent.

Références

- Cesario, J., & Navarette C. D. (2014). Perceptual bias in threat distance: The critical roles of in-group support and target evaluations in defensive threat regulation. *Social Psychological and Personality Science*, 5(1), 12-17.
- Hart, J. (2014). Toward an integrative theory of psychological defense. *Perspectives on Psychological Science*, 9(19), 19-39.
- Holbrook, C., Sousa, P., & Hahn-Holbrook, J. (2011). Unconscious vigilance: Worldview defense without adaptations for terror, coalition, or uncertainty management. *Journal of Personality and Social Psychology*, 101(3), 451-466.
- Kirkpatrick, L. A., & Navarette, C. D. (2006). Report to my death anxiety have been greatly exaggerated: A critique of terror management theory from an evolutionary perspective. *Psychological Inquiry*, 17(4), 288-298.

La dimension sociale de la menace : rôle modérateur du partage de la menace dans les attitudes intergroupes

Rull, Marion^{1,2}, Margas, Nicolas^{1,2}

¹ Normandie Université, France ; ² UNICAEN, CESAMS, F-14032, France
marion.rull@unicaen.fr

Introduction

Une des principales spécificités des activités physiques sportives et artistiques (APSA) est l'engagement corporel qui plonge l'individu dans des contextes menaçants (e.g., peur de chuter en escalade). Au regard des politiques d'éducation via les APSA, il semble important de comprendre les effets de tels contextes sur la construction des relations intergroupes. Des études ont montré qu'un contexte menaçant engendre de l'ethnocentrisme et de la dérogation envers les exogroupes (e.g., Fritsche et al., 2011). Cependant, des travaux récents montrent que partager une menace peut au contraire améliorer les attitudes intergroupes (Margas, Rull, & Dru, 2015). Nous proposons que les conditions de partage de la menace entre deux groupes en co-présence (sans coopération, ni compétition) modère l'influence de cette menace sur les attitudes intergroupes. Au regard du modèle du système sécuritaire (Hart, 2014), la priorité face à une menace est la recherche de sécurité qui peut se faire en se rapprochant des individus perçus comme une aide et un soutien émotionnel. Dans un contexte de menace ciblée sur son propre groupe, l'exogroupe apporterait de l'incertitude supplémentaire alors que dans un contexte de menace partagée, il apporterait du soutien émotionnel. De plus, au regard du modèle du contenu du stéréotype (Fiske, Cuddy, Glick, & Xu, 2002), nous faisons l'hypothèse que la menace influencera spécifiquement les jugements de chaleur exogroupe et les intentions de comportements mais pas les jugements de compétence.

Participants et procédure

96 étudiants (*M*_{âge} = 19.8, *ET* = 0.85) en STAPS étaient pris en charge par groupe de huit et étaient aléatoirement répartis dans deux groupes, « Bleus » et « Verts » selon le paradigme des groupes minimaux. Premièrement, les deux groupes ont effectué dans une salle différente une tâche de vigilance sur ordinateur (tâche intragroupe) pour renforcer la catégorisation endogroupe. Deuxièmement, les deux groupes étaient à nouveau confrontés à cette tâche de vigilance mais en étant regroupés dans la même salle (tâche en coprésence). Lors de cette seconde étape, quatre conditions étaient possibles. La menace portait soit uniquement sur l'exogroupe (condition 1), uniquement sur l'endogroupe (condition 2), sur les deux groupes à la fois qui partageaient la menace (condition 3) ou sur aucun (contrôle) (condition 4). L'induction de la menace était de recevoir un choc électrique de faible intensité. Evidemment, aucun choc n'était administré et la procédure avait été approuvée par le comité d'éthique STAPS. On mesurait ensuite par questionnaire la peur (3 items), les jugements de chaleur (6 items) (e.g., sincère, égoïste, sympathique) et de compétence (6 items) (e.g., doué, incapable, compétent), les intentions de comportements positifs (7 items) et négatifs (6 items) à l'égard de l'exogroupe (Fiske et al., 2002) et l'émergence d'une supracatégorie (la perception d'appartenir à un groupe commun avec les membres de l'exogroupe) (2 items). Pour toutes ces variables, nous avons utilisé des échelles allant de 1 « Pas du tout » à 7 « Extrêmement ».

Résultats

La peur était plus importante dans les conditions menace partagée et menace sur l'endogroupe, ($F(1, 92) = 115.65, p < .001$) validant ainsi la procédure d'induction de menace. Une ANOVA à mesures répétées 2 (conditions : menace vs contrôle) X 2 (jugements : chaleur vs compétence) a révélé une interaction entre les conditions et les jugements ($F(3, 92) = 16.43, p < .001$). Cette interaction valide notre hypothèse de l'impact spécifique sur la chaleur par rapport à la compétence. Les comparaisons planifiées suivantes précisent que les jugements de chaleur étaient plus positifs (plus élevés) dans la condition menace partagée ($F(1, 92) = 25.13, p < .001$) et plus négatifs (moins

élevés) dans la condition menace sur l'endogroupe, ($F(1, 92) = 39, p < .001$) alors que la menace sur l'exogroupe n'a pas eu d'effet significatif sur les jugements de chaleur ($F(1, 92) = 1.19, p = .28$) et que les conditions de menace n'ont pas eu d'effet significatif sur les jugements de compétence. Une ANOVA similaire sur les intentions de comportement positifs et négatifs a révélé une interaction entre les conditions et les types d'intentions de comportements (positives ou négatives), ($F(3, 92) = 16.68, p < .001$), avec des intentions de comportements positifs augmentées par la menace partagée ($F(1, 92) = 27.69, p < .001$) et la menace sur l'exogroupe ($F(1, 92) = 33.48, p < .001$) mais baissées par la menace sur l'endogroupe ($F(1, 92) = 11.59, p < .001$) et des intentions de comportement négatifs similaires entre les différentes conditions de menace toujours par rapport à la condition contrôle. Une ANOVA a montré un impact des conditions de menace sur la supracatégorie ($F(3, 92) = 3.87, p = .012$) avec une supracatégorie augmentée dans la condition menace partagée, ($F(1, 92) = 6.99, p = .01$) mais stable dans la condition menace sur l'exogroupe, ($F(1, 92) = 0.28, p = .598$) et menace sur l'endogroupe ($F(1, 92) = 0.84, p = .362$).

Discussion

Cette recherche permet de montrer le rôle modérateur du partage de la menace dans son influence sur les attitudes intergroupes. Alors qu'une menace portant sur l'endogroupe mine spécifiquement les jugements de chaleur et les intentions de comportement à l'égard de l'exogroupe, une menace partagée les améliore. La menace exclusive sur l'exogroupe améliore aussi les intentions de comportement à leur égard sans doute au travers de l'empathie inhérente à cette condition. Aucun effet n'est constaté sur les jugements de compétence de l'exogroupe. Cette modération et l'influence spécifique sur la chaleur exogroupe confirment nos hypothèses basées sur le modèle du système de sécurité (Hart, 2014). Ces résultats pointent l'ambivalence des situations menaçantes sur les relations intergroupes. Par conséquent, même si ces études sont réalisées en laboratoire, nos résultats plaident pour un effet prosocial ou discriminatoire de la menace, si spécifique aux APSA, selon si elle est partagée ou non. Ainsi, dans une perspective d'éducation à la citoyenneté via les APSA, la mixité au sein des classes (ethnique, religieuse, sociale...) permettant le partage ou non des mises en jeu corporelles et symboliques qui s'y déroulent ainsi que le traitement didactique des conditions de partage de ces menaces dans la tâches peuvent apparaître opportuns pour aller vers cette finalité.

Références

- Fiske, S. T., Cuddy, A. J. C., Glick, P. S., & Xu, J. (2002). A model of (often mixed) stereotype content: Competence and warmth respectively follow from perceived status and competition. *Journal of Personality and Social Psychology*, 82, 878–902.
- Fritsche, I., Jonas, E., & Kessler, T. (2011). Collective reactions to threat: Implications for intergroup conflict and for solving societal crises. *Social Issues and Policy Review*, 5(1), 101–136.
- Hart, J. (2014). Toward an integrative theory of psychological defense. *Perspectives on Psychological Science*, 9(19), 19-39.
- Margas, N., Rull, M & Dru, V. (2015). Is globalization working for peace? The effect of intergroup contact under global shared threat on outgroup warmth. Article soumis.

Toutes les défaites sont-elles menaçantes ? Influence de la légitimité des performances sur les objets sociaux des émotions et les stratégies de gestion identitaires utilisées par les supporters

Virginie Bagneux¹, Iouri Bernache-Assollant² et Raphaël Laurin²

¹ Laboratoire Normandie Innovation, Marché, Entreprise, Consommation, Normandie Université

² Laboratoire Socio-Psychologie et Management du Sport (EA 4180), Université Bourgogne-Franche-Comté

virginie.bagneux@unicaen.fr

Introduction

L'identité de supporter peut être présente chez tout un chacun à échéances plus ou moins régulières et expliquer en partie nos comportements, affects et pensées (Wann, 2006). Ainsi, suite à une défaite de son équipe favorite, la tristesse ou la colère ressentie et la tendance à s'en prendre à l'autre simplement parce qu'il appartient au camp adverse, sont autant de manifestations des enjeux identitaires sous-jacents à ce type d'activité et potentiellement problématiques d'un point de vue sociétal (Bernache-Assollant, Laurin, Bodet, Bouchet, & Lacassagne, 2010 ; Crisp, Heuston, Farr, & Turner, 2007). Mais à qui s'adressent ces émotions ? A mon équipe qui a été mauvaise, à l'équipe adverse qui n'a pas été fair-play ? Et quels types de réactions peuvent-elles engendrer ? L'objectif des deux études présentées est de mieux comprendre ce que recouvrent les émotions ressenties par les supporters suite aux victoires et aux défaites de leur équipe en prenant en compte les objets sociaux spécifiques provoquant ces émotions (i.e., l'équipe supportée ou l'équipe adverse) et en lien avec la légitimité ou l'illégitimité des performances. En s'appuyant sur les modèles psychosociaux récents des émotions intergroupes (Iyers & Leach, 2008), il s'agissait pour la première étude de mieux comprendre ce que recouvraient les émotions ressenties par les supporters suite à une victoire et une défaite de leur équipe en prenant en compte les objets sociaux spécifiques provoquant ces émotions (i.e., l'équipe supportée ou l'équipe adverse). Dans la mesure où toutes les situations de défaites ne sont pas perçues comme équivalentes, cette première étude visait à contrôler la légitimité des performances tandis que la seconde étude avait pour objectif d'identifier le rôle de la légitimité versus illégitimité de la défaite de l'endogroupe dans l'émergence des réactions émotionnelles en fonction de l'objet social considéré ainsi que dans la mise en place des stratégies de gestion identitaire associées.

Méthode

L'identité de supporters d'étudiants STAPS était remise en saillance à l'aide de matchs issus du Tournoi des 6 Nations opposant la France au Pays de Galles ($n = 56$, Etude 1) et à l'Irlande ($n = 59$, Etude 2). Dans l'étude 1, l'issue du match était manipulée (défaite *versus* victoire) à l'aide d'un séquençage vidéo portant sur le même match. D'autres facteurs étaient contrôlés : le temps de focus endogroupal *versus* exogroupal des extraits diffusés, la présentation d'émotions démontrées par les joueurs et les spectateurs était contrôlée en évitant la diffusion d'expressions faciales émotionnelles, et le positionnement des participants en identité sociale était contrôlé par une mesure du niveau d'identification à l'endogroupe (Doosje, Ellemers, Spears, 1995). Les participants rapportaient ensuite leurs émotions sur un seul item pour chacune des émotions (e.g., colère, tristesse, joie, fierté, adapté de Hart et al., 2008 ; Smith, Seger & Mackie, 2007) en fonction des différents objets sociaux avant de remplir une échelle de stratégies de gestion identitaire dans le supportérisme (*Sport Spectator Identity Management Scale*, Bernache-Assollant Bouchet, Bodet, & Kada, 2010). L'étude 2 reprenait la même procédure en manipulant la légitimité *versus* l'illégitimité de la défaite de la France à l'aide d'un compte rendu fictif de journal sportif.

Résultats

Une série d'ANOVAs dans l'étude 1 a montré un effet d'interaction significatif entre l'objet des émotions et l'issue du match (défaite *versus* victoire) pour plusieurs émotions : la différence de

tristesse rapportée lorsque les participants se focalisaient sur l'endogroupe versus l'exogroupe était plus grande dans le cas d'une défaite que d'une victoire, $F(1, 51) = 12.26, p < .001$. Cette différence se retrouvait aussi pour la joie, la compassion, la culpabilité et la honte et l'interaction approchait le seuil de significativité pour la frustration et le dégoût.

Les émotions dirigées vers l'endogroupe permettent également de prédire les stratégies de gestion identitaire, ce qui n'était pas le cas des émotions dirigées vers l'exogroupe. Ces données révèlent, en accord notamment avec les travaux de Iyer, Schmader et Lickel (2007), que les émotions négatives ressenties suite aux défaites sont majoritairement endocentrées et non plus orientées vers le groupe traditionnel qu'est l'exogroupe, lorsque la menace provient de l'endogroupe (i.e., responsable de la mauvaise performance). Les analyses de médiation de l'étude 2 ont révélé que le type d'émotion (e.g., colère, dégoût, fierté) et l'objet social à qui s'adresse cette émotion (i.e., mon équipe ou l'équipe adverse) déterminent des stratégies spécifiques pour faire face à ces situations de menace identitaire considérées comme légitimes ou illégitimes (e.g., suite à une défaite évaluée comme illégitime, la colère prédit de l'affrontement intergroupe uniquement quand elle est dirigée vers l'équipe adverse).

Conclusion

Ces études montrent que les conditions conduisant à une défaite ou victoire sportive, c'est-à-dire sa perception comme étant légitime ou illégitime pour l'endogroupe, permettent de mieux identifier les situations favorisant l'émergence de comportements, notamment violents, et d'analyser précisément les mécanismes déclencheurs associés (menace, émotion, identification à l'équipe) afin de mieux anticiper les réactions des supporters.

Références

- Bernache-Assollant, I., Bouchet, P., Bodet, G., & Kada, F. (2010). Measuring sport spectators' coping strategies: Preliminary validation of the Sport Spectator Identity Management (SSIM) scale. In C. H. Chang (Ed.), *Handbook of Sports Psychology* (pp. 379-390). Hauppauge, NY: Nova Science Publishers. ISBN: 978-1-60741-256-4.
- Bernache-Assollant, I., Laurin, R., Bouchet, P., Bodet, G., & Lacassagne, M.F. (2010). Refining the relationship between ingroup identification and identity management strategies in the sport context: The moderating role of gender and the mediating role of negative mood. *Group Processes and Intergroup Relations, 13*, 639-652.
- Crisp, R. J., Heuston, S., Farr, M. J., & Turner, R. N. (2007). Seeing red or feeling blue: Differentiated intergroup emotions and ingroup identification in soccer fans. *Group Processes & Intergroup Relations, 10*, 9-26.
- Iyer, A. & Leach, C. W. (2008). Emotion in inter-group relations. *European Review of Social Psychology, 19*, 86-125.
- Iyer, A., Schmader, T., & Lickel, B. (2007). Why individuals protest the perceived transgressions of their country: The role of anger, shame, and guilt. *Personality and Social Psychology Bulletin, 33*, 572-587.
- Wann, D. L. (2006). Understanding the positive social psychological benefits of sport team identification: The Team Identification-Social Psychological Health Model. *Group Dynamics: Theory, Research and Practice, 10*, 272-296.

Effets des émotions sur le contrôle postural de l'enfant et de l'adulte

Estelle Palluel¹, Arthur de Freitas Brandão¹, Isabelle Olivier¹ et Vincent Nougier¹

¹ Université Grenoble Alpes / CNRS / TIMC-IMAG UMR 5525, Grenoble, F-38000, France
estelle.palluel@ujf-grenoble.fr

Introduction

Au XIX^{ème} siècle, Darwin suggéra que la motricité d'un individu était fortement associée à ses états émotionnels. Il existe actuellement très peu de données chez l'enfant sur le lien entre émotions et posture. Nous savons simplement que certains stimuli émotionnels engendrent une augmentation du temps de réaction ou une diminution de la précision du geste. Ces comportements sont souvent observés en réponse à des images provenant de bases de données comme l'International Affective Picture System (IAPS) ou de bases de données cinématographiques. Deux dimensions sont généralement étudiées : la valence (désagréable, neutre, agréable) et l'intensité. Différents comportements ont été observés chez l'adulte : en présence d'images agréables, le sujet a plutôt tendance à se rapprocher de l'image (comportement d'approche). Il s'éloigne dans le cas d'images désagréables (comportement d'évitement) (Hillman, Rosengren, & Smith, 2004). L'anxiété et la peur peuvent aussi entraîner une diminution des déplacements antéro-postérieurs du centre des pressions (« postural freezing ») afin de préserver l'équilibre (Stins & Beek, 2007). Les femmes semblent plus sensibles aux événements négatifs (ex. menace ou traumatisme). D'après Horlsen et Carpenter (2011), l'intensité des stimuli entraîne des modifications comportementales, physiologiques et neurologiques indépendamment de la valence.

Dans cette étude, nous avons déterminé les effets de contextes émotionnels désagréables, neutres et agréables sur le contrôle postural d'enfants sains et d'adultes. Nous avons voulu savoir si la projection de films agréables et désagréables de même intensité entraînerait des réponses posturales spécifiques chez l'enfant comme le freezing postural, les comportements d'approche-évitement qui ont déjà été retrouvés chez l'adulte. D'après les résultats de Horlsen and Carpenter (2011) trouvés chez l'adulte, nous avons émis l'hypothèse que les réponses posturales seraient plutôt dépendantes de l'intensité que de la valence du contexte émotionnel avec une augmentation des oscillations posturales.

Méthode

40 enfants de 7 à 12 ans ($M = 9.3$ ans, $ET = 1.6$) ont été divisés en deux groupes d'âge : 7-9 ans ($n = 23$; 16 garçons et 7 filles ; $M = 8$ ans, $ET = 0.7$) et 10-12 ans ($n = 17$; 8 garçons et 9 filles ; $M = 11$ ans, $ET = 0.7$). 19 adultes ont aussi participé à l'étude (9 hommes et 10 femmes; $M = 25.8$ ans, $ET = 4.4$). 9 vidéos de 30s ont été sélectionnées de la base de données de Leupoldt et al. (2007) pour les enfants et de la base de données de Schaefer et al. (2010) pour les adultes. Il y avait 3 vidéos par contexte émotionnel (désagréable, neutre et agréable) pour chaque population. Ces films ont été évalués par chaque sujet à partir du Self-Assessment Manikin (SAM) selon la valence (désagréable à agréable) et l'intensité (faible à forte) sur une échelle de 9 choix de réponses. La moyenne de ces trois films par condition s'est révélée fortement différente selon les sujets. Nous avons donc sélectionné une seule vidéo par contexte émotionnel et par population afin d'obtenir des stimuli d'intensité et de valence identiques, comme Codispoti et al. (2008). Un total de 6 vidéos a donc été utilisé. Nous avons analysé les déplacements antéropostérieurs (AP) et médiolatéraux (ML) du centre des pressions (CP) pendant une tâche de maintien bipodal. Les variables dépendantes étaient : la vitesse moyenne AP et ML, la longueur de la pelote et la position AP moyenne. Une analyse de variance (ANOVA) à mesures répétées a été utilisées avec les facteurs groupe (7-9 ans, 10-12 ans, adultes), sexe (masculin, féminin) et le contexte émotionnel (négatif, neutre, positif). Le seuil de significativité a été fixé à 0.05.

Résultats

L'ANOVA a révélé un effet simple de l'émotion sur la vitesse moyenne AP ($F(2, 122) = 12.97, p < .001$) et ML ($F(2, 112) = 6.02, p < .01$), sur la longueur de la pelote ($F(2, 112) = 11.53, p < .001$, voir figure 1). Le test posthoc indique que la vitesse AP était significativement plus élevée dans le contexte agréable (10.29 mm/s \pm 0.25) et désagréable (10.66 mm/s \pm 0.29) que dans le contexte neutre (9.68 mm/s \pm 0.24, $p < .01$ et $p < .001$, respectivement). La vitesse moyenne ML était elle aussi plus élevée dans le contexte agréable (7.94 mm/s \pm 0.27) et désagréable (7.97 mm/s \pm 0.23) que neutre (7.32 mm/s \pm 0.25, $p < .01$ and $p < .01$, respectivement). La longueur de la pelote était plus importante dans les contextes agréable (431.96 mm \pm 11.61) et désagréable (442.13 mm \pm 12.33) que neutre (403.12 mm \pm 10.76, $p < .01$ and $p < .001$, respectivement). Aucune différence significative n'est apparue sur toutes les variables entre les contextes agréable et désagréable.

L'ANOVA a aussi révélé un effet simple de l'âge sur la vitesse moyenne AP ($F(2, 56) = 55.00, p < .001$), ML ($F(2, 56) = 49.36, p < .001$) et la longueur de la pelote ($F(2, 56) = 56.77, p < .001$, Figure 1). Les valeurs étaient plus élevées chez les 7-9 ans que chez les 9-12 ans et les adultes. La position moyenne AP n'était pas différente selon l'âge. Aucun effet du sexe n'a été trouvé.

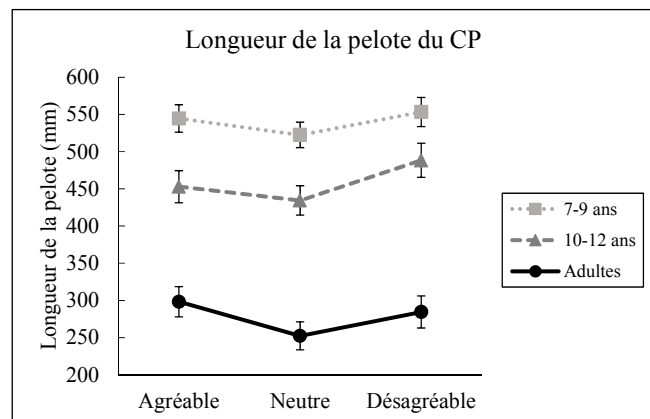


Figure 1 : Longueur de la pelote dans les trois contextes émotionnels et les trois groupes d'âge

Discussion

L'objectif principal de ce travail était d'étudier le contrôle postural en réponse à des contextes émotionnels agréables et désagréables de même intensité. Les enfants oscillent davantage que les adultes quel que soit le contexte émotionnel. Nos résultats montrent que les comportements adulte et enfant sont identiques dans les deux contextes agréables et désagréables: nous avons observé une augmentation de la vitesse moyenne AP et ML ainsi que de la longueur de la pelote. Aucune différence entre hommes et femmes n'a été trouvée. Différents mécanismes impliquant les processus attentionnels, l'évolution de l'acuité proprioceptive et le réflexe d'étirement peuvent expliquer ces résultats et seront discutés.

Références

- Codispoti, M., Surcinelli, P., & Baldaro, B. (2008). Watching emotional movies: affective reactions and gender differences. [Comparative Study]. *International Journal of Psychophysiology*, 69(2), 90-95. doi: 10.1016/j.ijpsycho.2008.03.004
- Hillman, C. H., Rosengren, K. S., & Smith, D. P. (2004). Emotion and motivated behavior: postural adjustments to affective picture viewing. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Biological Psychology*, 66(1), 51-62. doi: 10.1016/j.biopsycho.2003.07.005
- Horslen, B. C., & Carpenter, M. G. (2011). Arousal, valence and their relative effects on postural control. *Experimental Brain Research*, 215(1), 27-34. doi: 10.1007/s00221-011-2867-9
- Schaefer, A., Nils, F., Sanchez, X., & Philippot, P. (2010). Assessing the effectiveness of a large database of emotion-eliciting films: A new tool for emotion researchers. *Cognition and Emotion*, 24(7), 1153-1172.
- Stins, J. F., & Beek, P. J. (2007). Effects of affective picture viewing on postural control. *BMC Neuroscience*, 8, 83. doi: 10.1186/1471-2202-8-83
- von Leupoldt, A., Rohde, J., Beregova, A., Thordsen-Sorensen, I., zur Nieden, J., & Dahme, B. (2007). Films for eliciting emotional states in children. *Behaviour Research Methods*, 39(3), 606-609.

Buts d'accomplissement et menace du stéréotype : Conséquences sur la satisfaction des besoins et la performance en Education Physique et Sportive

Fabien Macary¹, Paul Fontayne¹, Philippe Sarrazin² et Aïna Chalabaev²

¹EA 2931 « Centre de Recherches sur le Sport et le Mouvement », Université Paris Ouest

²EA 3742 Laboratoire « Sport et Environnement Social », Université Grenoble Alpes

fabien.macary@icloud.com

Introduction

Les rapports de la commission académique d'harmonisation et de notation d'Education Physique et Sportive (EPS) (chargée d'harmoniser les notes obtenues au baccalauréat en EPS) semblent montrer une tendance récurrente : les filles obtiennent environ un point de moins que les garçons dans la majorité des APSA proposées au bac. Cet écart va dans le sens d'un stéréotype commun, selon lequel la plupart des sports s'adresseraient avant tout aux garçons. D'après la théorie de la menace du stéréotype (Steele, 1997), les individus peuvent se sentir menacés lorsqu'ils pensent être jugés sur la base de stéréotypes négatifs. Les recherches menées depuis près de vingt ans ont permis de mieux comprendre les principes d'action de la menace du stéréotype. Les études récentes s'intéressent davantage aux facteurs capables d'empêcher ce phénomène. L'étude présentée ici s'intéresse à un modérateur particulier : la congruence régulatrice (« regulatory fit ») (Higgins, 2000). Ce phénomène se produit lorsque le contexte motivationnel est en adéquation avec les buts de l'individu, et conduit à une amélioration de la motivation et de la performance. Il a été observé dans une étude conduite auprès de jeunes filles de 13 ans, lorsqu'un contexte orienté vers des buts d'évitement de l'échec est combiné à une situation de menace du stéréotype, sur une tâche de football (Chalabaev, Dematte, Sarrazin, & Fontayne, 2014). De plus, cette étude a montré qu'une situation de congruence entraînait une diminution de la motivation contrôlée, qui se produit lorsque le comportement est motivé par des pressions externes à l'individu. Etant donné que ce type de motivation repose sur la satisfaction des besoins psychologiques (Deci & Ryan, 2008), l'objectif de la présente étude est d'examiner si une augmentation de la satisfaction des besoins d'autonomie (i.e., besoin d'être à l'origine de son comportement) et de compétence (i.e., besoin d'interagir efficacement avec son environnement) est observée en situation de congruence régulatrice. Un objectif complémentaire est de répliquer les premiers résultats obtenus par Chalabaev et al. (2014) en milieu scolaire, afin d'apporter un soutien à l'hypothèse contre-intuitive que l'adoption de buts d'évitement de l'échec peut, dans certains contextes, être bénéfique pour la motivation et la réussite.

Méthode

Ces hypothèses ont été testées auprès de soixante-deux filles de troisième et de seconde ($M_{\text{âge}} = 14,6$; $ET = 0,81$) issues de deux établissements scolaires, lors de cours d'EPS, et réparties selon un plan factoriel de type 2 (menace du stéréotype vs contrôle) x 2 (but performance-approche vs but performance-évitement). Après qu'elles aient réalisé un slalom de football chronométré (pré-test), l'expérimentateur disait aux participantes que l'étude s'intéressait aux différences de performance entre filles et garçons (condition menace du stéréotype), ou entre les élèves (condition contrôle). Il leur était également demandé d'essayer de faire le mieux possible pour faire partie des meilleurs (contexte but performance-approche), ou d'essayer d'éviter de faire des erreurs pour ne pas faire partie des plus mauvais (contexte but performance-évitement). Avant de réaliser le slalom une seconde fois, il leur était demandé de remplir un questionnaire sur la satisfaction des buts de compétence et d'autonomie (Cheval & Sarrazin, 2011).

Résultats

Une ANOVA réalisée sur la différence de performance pré- et post-manipulation ne montre pas d'effet d'interaction significatif entre le contexte motivationnel et l'induction de stéréotypes ($F(1, 58) = 1.62, p = .21$). Bien que le test omnibus soit non significatif, nous avons réalisé des analyses post-hoc ciblées sur nos hypothèses. Elles indiquent qu'en condition contrôle, la performance est

tendancielle meilleure en contexte d'approche qu'en contexte d'évitement ($p = .09$) (figure 1). En situation de menace du stéréotype, les résultats ne montrent pas d'effet significatif des buts sur la performance. En ce qui concerne la satisfaction du besoin d'autonomie, l'ANOVA ne montre pas d'effet d'interaction significatif entre les buts et les stéréotypes ($F(1, 58) = 2.03, p = .16$). Cependant, des analyses post-hoc montrent qu'en condition d'approche, ce besoin a tendance à être mieux satisfait en condition contrôle qu'en condition stéréotype ($p < .06$). Enfin, pour le besoin de compétence, l'ANOVA réalisée ne montre pas d'effet d'interaction significatif entre les buts et les stéréotypes ($F(1, 58) = 0,88, p = .35$).

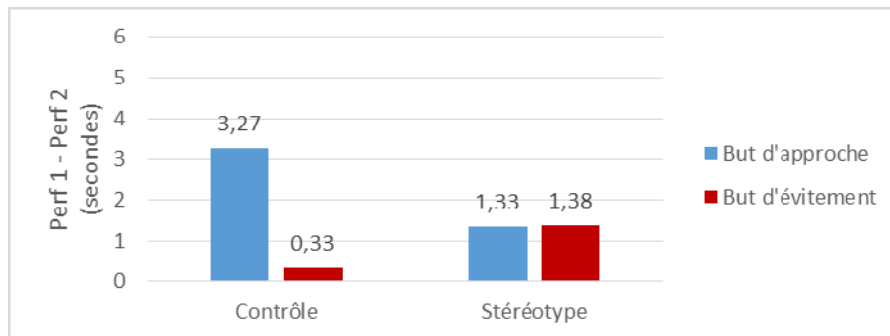


Figure 1. Différence de performance pré- et post-manipulation selon le but, en condition contrôle et stéréotype

Conclusion

Les résultats obtenus ne corroborent pas l'hypothèse selon laquelle un contexte orienté vers l'évitement de l'échec peut être bénéfique en situation de menace du stéréotype, mais certaines tendances sont observées. D'une part, en condition contrôle, l'induction de ce type de but a marginalement conduit à une moindre amélioration de la performance entre les deux temps de mesure, comparativement à l'induction de buts performance-approche, ce qui est conforme à la littérature sur les buts d'accomplissement. D'autre part, les performances en condition de menace du stéréotype n'ont pas été significativement différentes entre les deux contextes de buts. Une explication possible pourrait être que la tâche s'est révélée parfois difficile pour certains sujets (pertes de balles fréquentes, progression très lente...), entraînant une grande variabilité des résultats. Nous n'avons pas non plus observé d'augmentation de la satisfaction des besoins en situation de congruence régulatrice. Il semble qu'une mesure pré-test des besoins s'avère nécessaire pour contrôler les différences individuelles. En conclusion, ces résultats, bien qu'ils soient limités par un manque de puissance statistique, appellent à davantage de travaux pour comprendre dans quelles situations une incitation à éviter l'échec peut être ou non bénéfique en contexte scolaire.

Références

- Chalabaev A., Dematte E., Sarrazin P., Fontayne P. (2014). Creating regulatory fit under stereotype threat: Effects on performance and self-determination among junior high school students. *RIPS/IRSP*, 27 (3-4), 119-132
- Cheval, B., & Sarrazin, P. (2011). Vers la construction d'un outil de mesure de la satisfaction et de la menace des besoins psychologiques fondamentaux dans le domaine du sport. Actes du XIV^{ème} Congrès International de l'ACAPS (pp. 216-217).
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2008). Facilitating optimal motivation and psychological well-being across life's domains. *Canadian Psychology/Psychologie Canadienne*, 49, 14-23. doi:10.1037/0708-5591.49.1.14
- Higgins E. T. (2000). Making a good decision : Value from fit, *American Psychologist*, 55, 1217-1230
- Steele, C. M. (1997). A threat in the air: How stereotypes shape intellectual identity and performance. *American Psychologist*, 52, 613-629

SYMPOSIUM N°18

Cardiovascular disorders and physical activity

(Coord.: Vincent Pialoux et Philippe Connes)

Cardiovascular disorders and physical activity

Vincent Pialoux^{1,2,3} et Philippe Connes^{1,2,3}

¹CRIS EA647, Team “Vascular Biology and Red Blood Cell” (VBRBC), University Lyon 1, France

²Institut Universitaire de France, Paris, France

³Labex GR-Ex “The Red Blood Cell: from genesis to death”, Paris, France.

vincent.pialoux@univ-lyon1.fr

philippe.connes@univ-lyon1.fr

Regardless they occur at the organ or at the whole-body level, oxidative stress and inflammation promoted by cardiovascular, hemolytic, metabolic or respiratory diseases, have been shown to lead to a large number of cardiovascular disorders. Indeed, the reactive species were demonstrated to inhibit active substances, modulate the signaling of intracellular pathways, and mediate enzymes activation, which are known to play a critical role in the genesis and/or the outcomes of these pathologies. In other hand, since more than 40 years, we know that chronic physical activity is beneficial for cardiovascular health.

The four presentations of this symposium describe the role of physical activity in atherosclerosis, obesity, sleep apnea and sickle cell disease, using animal models and/or cohort of patients.

Vincent Pialoux (*“Exercise induces improvement of oxidative stress and inflammation in the brain and aorta of old high fat high cholesterol fed ApoE^{-/-} mice”*, Université Claude Bernard Lyon 1, CRIS, Team VBRBC) describes the effect of endurance training on brain and aorta in a mouse model of atherosclerosis using in-vivo magnetic resonance imaging and biological markers of oxidative stress and inflammation.

The presentation by Agnès Vinet (Université d’Avignon et des Pays du Vaucluse) *“Quel type d’activités physiques est le plus efficace pour améliorer la fonction vasculaire des personnes obèses ?”* summarizes the current works of the laboratory *Pharm-Ecologie Cardiovasculaire* on the effects of exercise training of the vascular health of obese patients with a special focus on the modulatory pathways and the difference observed between type of training.

The presentation by Guillaume Bourdier (Université Joseph Fourier de Grenoble) *“Place de l’exercice dans le traitement des conséquences cardio-métaboliques du syndrome d’apnée du sommeil”* reports the recent works of the laboratory *HP2* on the beneficial effect of exercise on ischemia-reperfusion cardiac infarct and on the reduction of the reticulum endoplasmic stress in a murine model of sleep apnea.

Finally, Keyne Charlot (*“Should we promote regular physical activity in sickle cell patients?”*, Université Antilles-Guyane, Inserm 1134/laboratoire ACTES) presents the current knowledge on the effects of acute exercise / regular exercise in sickle cell disease on the basis of works performed in the Universities of Antilles-Guyane and Lyon 1. More specifically, it appears that acute moderate exercise in sickle cell anemia patients does not cause clinical complications and does not further alter blood rheology, inflammation and oxidative stress. The results of recent experiments in sickle cell mice strongly suggest beneficial effects of chronic exercise on these biomarkers.

Exercise induces improvement of oxidative stress and inflammation in the brain and aorta of old high fat high cholesterol fed ApoE^{-/-} mice

Vincent Pialoux^{1,3,4}, Vanessa Di Cataldo^{1,2}, Pauline Mury^{1,4}, Erica N Chirico^{1,2}, Cyril Martin^{1,4} et Emmanuelle Canet-Soulas^{2,3}

¹CRIS EA647, Team “Vascular Biology and Red Blood Cell”, University Lyon 1, France

²CarMeN, INSERM U1060, University Lyon 1, France

³Institut Universitaire de France, Paris, France

⁴Labex GR-Ex “The Red Blood Cell: from genesis to death”, Paris, France.

vincent.pialoux@univ-lyon1.fr

Introduction

The pathology of vascular brain lesions develops in a similar manner to that of atherosclerosis, as increased inflammation and oxidative stress are evident in both conditions (Cassery & Topol, 2004). Conversely, regular physical training has been shown to reduce these risk factors by upregulating antioxidant enzymatic systems and anti-inflammatory processes, which may slow down the usual increase in oxidative stress and inflammation during aging (Lesniewski et al., 2011). However, the effect of regular physical activity and fitness level on cerebrovascular health is not well documented.

The purpose of this research was to determine the beneficial effects of exercise on oxidative stress and inflammation in the brain and aorta using a mouse model of atherosclerosis associated with aging. We used aortic and brain MRI to further characterize these clinical observations and to relay information concerning the systemic and local effect of exercise in this advanced vascular and metabolic model. We hypothesized that exercise training could ameliorate vascular-induced abnormalities in the brain and decrease inflammation; two conditions that suggest high risk of stroke or other neurovascular complications.

Protocols

For this animal study, 70 week old ApoE^{-/-} mice under high fat - high cholesterol diet and C57Bl6 mice on a standard diet were divided into 4 groups: C57 and ApoE^{-/-} exercise trained (ExT; cage with running wheel) and C57 and ApoE^{-/-} untrained mice (UT; standard cage). Metabolic assessments (plasma cholesterol level and insulin tolerance) and brain and aorta imaging (gadolinium and USPIO contrast-enhanced MRI for blood brain barrier leakage and macrophages accumulation) were performed after 12 weeks of exercise training. After sacrificing the animals, lipid (malondialdehyde, MDA) and protein oxidation (advanced oxidation protein products, AOPP) and inflammation (TNF α and IL-1 β) markers in the brain and aorta were assessed (Chirico et al., 2012).

Results

First, 12 weeks of exercise training improved survival in ApoE^{-/-} mice (77 vs. 49%, $p < 0.05$; Figure 1A). In old ApoE^{-/-} mice, the exercise training was able to significantly reduce MRI markers of blood brain barrier leakage and brain macrophages accumulation (present in 71% of untrained vs. 14% of exercise trained ApoE^{-/-} mice and not present in C57 mice, Figure 1B). Similarly, exercise training decreased markers of oxidative stress (MDA: -43%, $p < 0.01$, AOPP: -21%, $p < 0.05$) and inflammation (TNF α : -17%, $p < 0.05$ and IL-1 β : -20%, $p < 0.05$) in the brain of ApoE^{-/-} mice. In parallel, ApoE-UT mice had a larger (-8% $p < 0.05$) vessel wall area than the ApoE-ExT one and exhibited reduced pre-contrast T2* measurement (-6% $p < 0.05$), suggesting an enhanced phagocytic activity in the vessel wall. Finally insulin resistance, plasma cholesterol and aortic oxidative stress and inflammation were decreased in ApoE-ExT mice (vs. ApoE-UT).

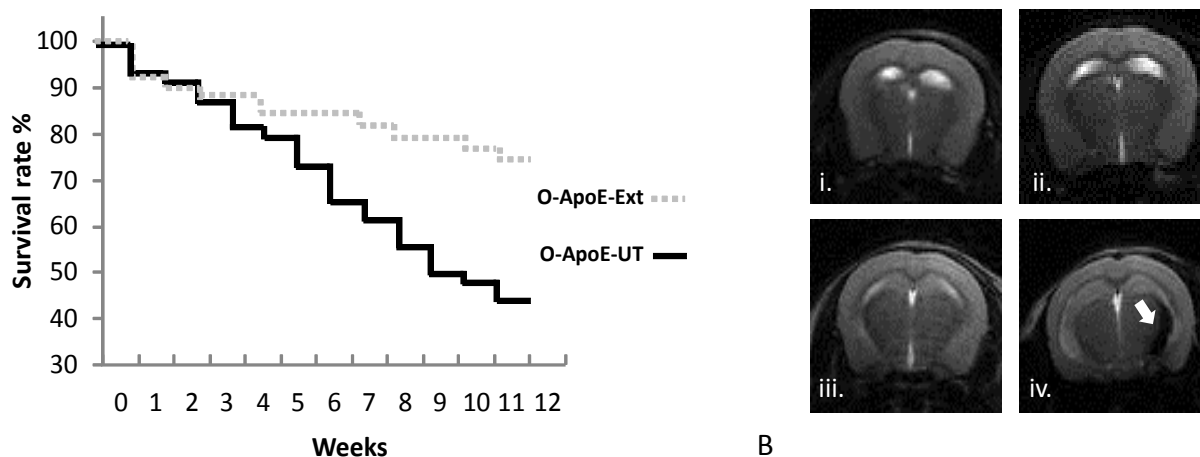


Figure 1: (A): Survival Rate for sedentary (O-ApoE-UT) and exercise trained (O-ApoE-Ext) old ApoE^{-/-} mice (p=0.03); (B): T2 brain MRI in trained versus sedentary old ApoE^{-/-} mice showing a hypointense region (arrow) demonstrating inflammation in the left periventricular fornix fimbria, i. Exercise trained C57, ii. Exercise trained ApoE^{-/-}, iii. Sedentary C57, iv. Sedentary ApoE^{-/-}.

Conclusion

This animal study demonstrated the occurrence of vascular brain and aortic damage in an aging model of atherosclerosis and showed that exercise training is able to partially reverse this outcome. In parallel, exercise decreased oxidative stress and inflammation directly in the brain and in the aorta. On the whole, this study suggests that regular physical activity may improve neurovascular health through and inflammation. In addition, the decrease in oxidative stress resulting from this physical activity is likely involved as part of the underlying mechanisms.

References

- Casserly I., Topol E.J. *Convergence of atherosclerosis and Alzheimer's disease: inflammation, cholesterol, and misfolded proteins.* (2004) *The Lancet*, 363:1139–1146
- Chirico E., Patsouris D., Geloan A., Rieusset J., Abidi R., Cannel-Soulas E., Pialoux V. *The role of exercise on oxidative stress and inflammation in the aging brain.* (2012) *FASEB J*, 26:708.1.
- Lesniewski L.A., Durrant J.R., Connell M.L., et al. *Aerobic exercise reverses arterial inflammation with aging in mice.* (2011) *Am J Physiol Heart Circ Physiol*, 301:H1025–1032.

Quel type d'activités physiques est le plus efficace pour améliorer la fonction vasculaire des personnes obèses ?

Agnès Vinet¹ et Guillaume Walther¹

¹ Laboratoire « Pharm-Ecologie Cardiovasculaire » (EA 4278), Université d'Avignon et des Pays du Vaucluse
agnes.vinet@univ-avignon.fr

Introduction

L'obésité en constante augmentation représente un véritable enjeu de santé publique justifiant l'amélioration des stratégies thérapeutiques notamment des modalités d'exercice. L'obésité s'accompagne d'une insulino-résistance et d'une inflammation modérée mais chronique, participant à un déséquilibre entre facteurs pro- et anti-oxydants, caractérisant le stress oxydant. Ces phénomènes sont largement impliqués dans la dysfonction endothéliale, une des premières étapes de l'athérosclérose. Cette dysfonction endothéliale, caractérisée par une moindre réserve de relaxation et donc d'augmentation du flux sanguin, est associée très probablement à une moindre production et/ou de biodisponibilité du monoxyde d'azote (NO). L'exercice physique améliore la fonction endothéliale systémique vraisemblablement par la répétition du stress par cisaillement au niveau de la paroi artérielle. Seront présentés et discutés les résultats de nos différents travaux afin de proposer des recommandations d'activités physiques pour améliorer la fonction vasculaire chez les personnes obèses.

Méthodologie générale : étude de la vasoréactivité

Au niveau de la macrocirculation, l'exploration de la fonction endothéliale vasomotrice peut être réalisée de façon non vulnérante par la mesure de la vasorelaxation post-ischémique. L'épreuve est complétée par l'administration par voie sub-linguale de dérivés nitrés, qui agissent directement sur les fibres musculaires lisses, permettant de différencier un trouble de la vasorelaxation lié à une anomalie fonctionnelle de ces fibres d'une dysfonction endothéliale. La mesure des perfusions musculaires à l'effort permet également d'appréhender la fonction endothéliale des artères de résistance. L'exploration de la microcirculation cutanée peut être réalisée par un Laser Doppler couplée à de l'iontophorèse laquelle permet le transport et la diffusion de substances vasoactives.

Résultats et discussion des différentes études :

Chez des adultes obèses, un réentraînement à l'effort de 8 semaines, de faible intensité au Lipox_{max}, corrigeait la dysfonction endothéliale des artères de conduction, mais pas le défaut de perfusion musculaire à l'exercice. Plusieurs hypothèses peuvent expliquer ce résultat variable selon le territoire vasculaire : des voies de signalisation différentes entre la vasorelaxation NO-dépendante des artères de conduit et plutôt EDHF-dépendante des artères de résistance, une durée de réentraînement trop courte et/ou une intensité trop faible pour permettre des améliorations vasculaires au niveau des artères de résistance (Vinet et al, 2011).

Dans l'étude RESOLVE (REverse metabolic SyndrOme by Lifestyle and Various Exercices), cent patients syndromes métaboliques (MetS) ont été randomisés dans trois groupes de réentraînement à l'effort utilisant des modalités différentes : exercice aérobie, en résistance ou mixte, associé à une diète nutritionnelle très contrôlée, identique dans les trois groupes. Des explorations vasculaires (macro et microcirculation) ont été réalisées avant et après une cure en internat de trois semaines, et à 3 et 6 mois post-cure, les sujets ayant eu pour consignes de poursuivre les programmes de nutrition et d'exercice à l'issue d'un programme interventionnel de plus longue durée et de plus forte intensité. Le résultat majeur est qu'il existe, indépendamment du type de réentraînement, une amélioration de la fonction endothéliale de l'artère brachiale dès la troisième semaine, cette amélioration étant amplifiée à trois mois et maintenue à six mois, bien que la réponse vasomotrice reste toujours inférieure à celle des témoins. Schjerve et al (2008) ont rapporté cette même

amélioration après un réentraînement aérobie et en résistance, avec une amélioration plus marquée dans le groupe intermittent intense. En revanche, ni la réponse microcirculatoire après administration d'acétylcholine ni la fonction du muscle lisse au niveau de la macro- et de la microcirculation n'étaient modifiées dans aucun de nos trois groupes. L'amélioration de vasorelaxation endothélium-dépendante au niveau macrocirculatoire était expliquée en partie par une diminution de la masse grasse abdominale, des taux de triglycérides et d'inflammation (IL-6) et par l'augmentation de la distance de marche au test de 6min.

En outre, les patients MetS présentaient une réponse microcirculatoire moindre, non seulement après diffusion d'acétylcholine, mais aussi après administration d'insuline, démontrant une altération de la voie calcium-dépendante mais aussi de la voie PI3K-Akt dans la production de NO. A l'issue du programme hygiéno-diététique, seule la voie de l'insuline a été entièrement restaurée, ceci dès trois semaines de prise en charge. Le stress de cisaillement lors de l'exercice engendre une production de NO par cette même voie PI3K-Akt ce qui pourrait être à l'origine de cette amélioration. Enfin, celle-ci était associée à la diminution du niveau d'inflammation (Vinet et al, 2015).

Des adolescents obèses sévères (SOA) ont bénéficié pendant 5 mois, d'une prise en charge hygiéno-diététique associant exercice et nutrition. Les séances d'exercice (4 fois 90 min par semaine) consistaient en des activités aérobies telles que la danse, des sports collectifs et du tennis. Paradoxalement, les adolescents obèses ont présenté une meilleure compliance artérielle centrale et une moindre compliance périphérique au niveau des membres inférieurs. La perte de poids consécutive à la diète et l'exercice (réduction pondérale de -7% en moyenne) s'est accompagnée d'une diminution de l'épaisseur intima-media et d'une amélioration de la compliance centrale mais aussi d'une détérioration de la compliance périphérique. Dès lors, la question de proposer prioritairement des exercices en décharge se pose (Montero et al, 2013).

Conclusion

L'exercice physique régulier quel qu'il soit est efficace pour améliorer la fonction endothéliale des personnes obèses. Cette amélioration est retrouvée au niveau des seules artères de conduit. L'augmentation de performance aérobie, la diminution de masse grasse et des niveaux d'inflammation sont associées à cette amélioration. L'exercice intermittent intensif semble engendrer des gains supérieurs. D'autres études seront nécessaires pour confirmer ces résultats et pour comprendre l'absence d'effets de l'exercice sur le territoire microcirculatoire et la fonction du muscle lisse.

Références

- Montero D, Walther G, Perez-Martin A, Roche E, Mercier C, Vinet A. (2013) Leg arterial stiffness after weight loss in severely obese adolescents. *Int J Cardiol*, 30;168(2):1676-7.
- Schjerve IE, Tyldum GA, Tjønnå AE, Stølen T et al (2008). Both aerobic endurance and strength training programmes improve cardiovascular health in obese adults. *Clin Sci (Lond)*, 115(9):283-93.
- Vinet A, Karpoff L, Walther G, Goret L, Dauzat M, Perez-Martin A (2011). Short-term exercise training normalizes vascular dysfunction at rest but does not improve muscle perfusion during exercise in obese men. *Int J Obesity*, 35(6):820-8.
- Vinet A, Obert P, Dutheil F, Diagne L, Chapier R, Lesourd B, Courteix D, Walther G (2015). Impact of a lifestyle program on vascular insulin resistance in metabolic syndrome subjects: the Resolve study. *J Clin Endocrinol Metab*, 100(2):442-50.

Place de l'exercice dans le traitement des conséquences cardio-métaboliques du syndrome d'apnée du sommeil

Bourdier Guillaume^{1,2}, Belaïdi-Corsat Elise^{1,2}, Sanchez Hervé³, Arnaud Claire^{1,2} et Flore Patrice^{1,2}

¹Université Grenoble Alpes, Laboratoire HP2, Grenoble, F-38042 France

²INSERM, U1042, Grenoble, F-38042 France

³Institut de Recherche Biomédicale des Armées, Département des Environnements Opérationnels, Brétigny/Orge, F-91223 France
guillaume.bourdier@hotmail.fr

Syndrome d'apnée du sommeil et risque cardiovasculaire

Le syndrome d'apnées du sommeil (SAS) est une pathologie multifactorielle caractérisée par la présence d'épisodes d'hypoxie intermittente (HI) nocturne. Sa prévalence varie en fonction de la population étudiée et des critères diagnostiques utilisés (4 à 9 % des hommes d'âge moyen, 2 à 5 % des femmes en pré-ménopause et 15 à 20% des sujets âgés).

Le SAS est associé à de nombreuses pathologies cardiovasculaires, telles que l'hypertension artérielle systémique, l'insuffisance coronarienne, les accidents vasculaires cérébraux (Baguet et al., 2012), ainsi que des troubles métaboliques tels que l'insulino-résistance (Bonsignore et Zito, 2008). Si le SAS est désormais considéré comme un facteur de risque indépendant de morbidité cardiovasculaire (Marin et al., 2005), le lien causal entre SAS et morbidité cardiovasculaire n'est cependant pas entièrement établi malgré la mise en évidence de l'implication d'un certain nombre de facteurs HI-dépendants (Baguet et al., 2012) : activation sympathique, stress oxydant, remaniement transcriptionnel mettant en jeu l'inflammation (*Nuclear Factor* κ B ou NF κ B) et l'*Hypoxia Inducible Factor 1* (HIF-1).

Les effets du traitement de référence (PPC : pression positive continue) sont limités (Haentjens et al., 2007) et tributaires de la durée d'application nocturne (Barbe et al., 2010).

Place de l'exercice musculaire

Les effets bénéfiques de l'exercice musculaire aérobie sur la santé cardiovasculaire sont bien établis (Haskell et al., 2007). Compte tenu des effets limités du traitement du SAS une combinaison de la PPC à d'autres thérapeutiques s'impose. L'exercice musculaire semble un bon candidat, compte tenu des effets préventifs et thérapeutiques qu'il exerce sur la santé cardiovasculaire. Il permet de réduire la taille de la nécrose en cas d'infarctus, de diminuer l'arythmie, d'améliorer la réactivité vasculaire coronaire de cœurs de rongeurs soumis à l'ischémie-reperfusion (Frasier et al., 2011).

Mécanismes d'action de l'exercice

Chez l'homme, les effets d'un programme d'entraînement aérobie dans le traitement du SAS sont prometteurs puisque qu'il améliore la qualité du sommeil et réduit la sévérité du SAS sans toutefois supprimer la totalité des apnées (Iftikhar et al., 2014). Nous avons entrepris au laboratoire chez le rat soumis à l'HI pendant les phases d'hypo-activité (modèle animal du SAS) une étude mécanistique qui confirme les effets protecteurs de l'exercice vis-à-vis de l'HI.

Nous avons fait l'hypothèse qu'un entraînement aérobie intense (HIT) pouvait prévenir la susceptibilité du myocarde induite par l'HI lors d'un protocole d'ischémie-reperfusion via l'inhibition/modulation du stress du Réticulum Endoplasmique (SRE). Cinquante-six rats Wistar mâles ont été exposés pendant 21 jours à l'IH (FiO₂ : 30s à 21%/30s à 5% au cours d'une minute, 8 h/jour) ou laissés en normoxie (N). Après 7 jours d'HI ou de N, les rats étaient soumis à un programme d'entraînement intense (2 exercices pyramidaux de 24min sur tapis roulant à une vitesse croissante de 15 à 30m/min toutes les 3 minutes c'est-à-dire 6 paliers de 3 min correspondant à 65, 70, 75, 80, 85, 90% de VMA) à raison de 5 séances/semaine ou alors restaient sédentaires (Sed) pendant 2 semaines. Après sacrifice des rats, leurs cœurs ont été soumis à un protocole d'ischémie-reperfusion *ex-vivo* (30min d'ischémie totale suivie de 120 min de reperfusion) ou rapidement congelés afin d'évaluer le SRE par Western Blot.

Conformément à la littérature à laquelle notre laboratoire a contribué, l'IH a augmenté la taille de l'infarctus ($35.4 \pm 3.2\%$ vs $22.7 \pm 1.7\%$ des ventricules, pour IH/Sed and N/Sed respectivement, $p < 0.05$). Cette augmentation a été atténuée par HIT (28.8 ± 3.9 vs $35.4 \pm 3.2\%$ des ventricules, pour IH/HIT et IH/Sed respectivement, $p < 0.05$). L'IH a aussi induit un SRE intense, caractérisé par une augmentation de l'expression de GRP78, pPERK, ATF4 et de CHOP, mais ce SRE était tempéré par HIT.

Conclusion

Ainsi, l'exercice musculaire pourrait constituer une stratégie préventive intéressante (alternative à la PPC ou combinaison) pour limiter les effets délétères du SAS sur les dommages cardiaques suite à un infarctus.

Références

- Baguet, J.P., Barone-Rochette, G., Tamisier, R., Levy, P., Pépin, J.L. (2012). Mechanisms of cardiac dysfunction in obstructive sleep apnea. *Nat. Rev. Cardiol.* *9*(12), 679-688.
- Barbe, F., Duran-Cantolla, J., Capote, F., de la Pena, M., Chiner, E., Masa, J.F., Gonzalez, M., Marin, J.M., Garcia-Rio, F., de Atauri, J.D., et al. (2010). Long-term effect of continuous positive airway pressure in hypertensive patients with sleep apnea. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* *181*(7), 718-726.
- Bonsignore, M.R., Zito, A. (2008). Metabolic effects of the obstructive sleep apnea syndrome and cardiovascular risk. *Arch. Physiol. Biochem.* *114*(4), 255-260.
- Frasier, C.R., Moore, R.L., Brown, D.A. (2011). Exercise-induced cardiac preconditioning: how exercise protects your achy-breaky heart. *J. Appl. Physiol.* *111*(3), 905-915.
- Haentjens, P., Van Meerhaeghe, A., Moscariello, A., De Weerd, S., Poppe, K., Dupont, A., Velkeniers, B. (2007). The impact of continuous positive airway pressure on blood pressure in patients with obstructive sleep apnea syndrome: evidence from a meta-analysis of placebo-controlled randomized trials. *Arch. Intern. Med.* *167*(8), 757-764.
- Haskell, W.L., Lee, I.M., Pate, R.R., Powell, K.E., Blair, S.N., Franklin, B.A., Macera, C.A., Heath, G.W., Thompson P.D., Bauman, A. (2007) Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Circulation.* *116*(9), 1081-1093.
- Iftikhar, I.H., Kline, C.E., Youngstedt, S.D. (2014). Effects of exercise training on sleep apnea: a meta-analysis. *Lung.* *192*(1), 175-84.
- Marin, J.M. Carrizo, S.J., Vicente, E., Agusti, A.G. (2005). Long-term cardiovascular outcomes in men with obstructive sleep apnoea-hypopnoea with or without treatment with continuous positive airway pressure: an observational study. *Lancet.* *365*(9464), 1046-1053.

Should we promote regular physical activity in sickle cell patients?

Keyne Charlot^{1,3,6}, Camille Faes^{2,6}, Emmanuel Charrin^{2,6}, Berenike Moeckesch³, Marie Petras⁴, Emeline Aufradet², Lydia Doumdo⁴, Maryse Etienne-Julan^{1,4}, Sophie Antoine³, Xavier Waltz^{1,6}, Marie-Dominique Hardy-Dessources^{1,6}, Marc Romana^{1,6}, Vincent Pialoux^{2,5,6}, Cyril Martin^{2,6} et Philippe Connes^{2,5,6}

¹UMR Inserm 1134, Université Antilles-Guyane, Guadeloupe

²Laboratory CRIS EA647, Team “Vascular Biology and Red Blood Cell”, University of Lyon 1, Lyon, France

³Laboratory ACTES EA3596, Université Antilles-Guyane, Guadeloupe

⁴Sickle Cell Centre, Pointe-à-Pitre, Guadeloupe

⁵Institut Universitaire de France, Paris, France

⁶Labex GR-Ex, Paris, France.

keynecharlot@gmail.com

Introduction

Sickle cell disease is the most frequent genetic disease in the world, with sickle cell anemia (SCA) reaching the highest prevalence. Vaso-occlusive crises (VOC) are the most frequent complications occurring in patients with SCA. Previous studies demonstrated that SCA patients with the highest blood viscosity are frequently exposed to hospitalized VOC (Nebor et al., 2011). However, although blood hyper-viscosity could trigger VOC, not all the SCA patients with high blood viscosity develop VOC (Connes et al., 2014). Preserved vascular function may limit the deleterious effects of increased blood viscosity on the cardiovascular system in the general population. However, SCA patients are characterized by vascular dysfunction (Kato et al., 2007).

In patients with cardiovascular diseases, training programs improve vascular function and health condition. Strenuous exercise must clearly be avoided in patients with SCA since it may trigger severe vaso-occlusive like complications. However, little is known about the potential beneficial effects of regular physical activity on the vascular function and biological abnormalities in SCA. The aim of this presentation is to discuss the recent findings in this topic.

Protocols

Acute exercise effects in SCA patients: The first set of protocols looked at the effects of acute exercises of mild-to-moderate intensity on different biomarkers involved in VOC in SCA: 1) incremental exercise conducted until the first ventilatory thresholds and 2) rectangular exercise of 20 min duration performed at 50 watts (Balayssac-Syransy et al., 2011; Faes et al., 2014). Blood was sampled at rest and at the end of exercise for measurements of hemorheology parameters, plasma oxidative stress markers and inflammatory/endothelial markers.

Regular physical activity and SCA patients: In another study, we focused on the micro- and macrovascular functions of SCA and healthy children. Microvascular function was assessed by laser-Doppler flowmetry (Periflux 5000 LDPM, Perimed) and reactive hyperemia caused by local hyperthermia. Macrovascular function was investigated by measuring pulse wave velocities (Pulse Pen, carotid to radial and carotid to femoral). All children performed a 6 minutes walking test (6MWT) to evaluate physical fitness and answered a questionnaire to determine the level of physical activity (Arvidsson et al., 2005). Associations between different variables were tested.

Animal's studies: One group of sickle cell (SAD) mice was submitted to 8 weeks of voluntary physical activity while another group remained sedentary during the same period. At the end of the 8 weeks, all SAD mice were submitted to an acute hypoxia/reoxygenation test, which is known to trigger VOC. Several biomarkers reflecting oxidative stress, nitric oxide metabolism, inflammation and hemorheology were measured at the end of this hypoxic stimulus (Aufradet et al., 2014; Charrin et al., 2015; Faes et al., 2015).

Results

Acute exercise effects in SCA patients: Our findings demonstrated that SCA patients may perform mild-to-moderate exercises of 15-20 min duration at an intensity corresponding to the first ventilatory threshold, without any risks of medical complication. Neither the pre-existing hemorheological alterations, nor oxidative stress, were worsened in SCA patients after this kind of acute physical effort, supporting the safety of this intervention. Interestingly, the strength of RBC aggregates (a parameter involved in acute chest syndrome in SCA) was reduced 48 and 72 hours after the end of exercise compared to baseline values.

Regular physical activity and SCA patients: The level of spontaneous physical activity and the distance walked during the 6MWT were reduced in SCA compared to healthy children but there was no relationship with the micro/macro-vascular function or the clinical severity (VOC rates). Although these findings could not support a beneficial effect of regular physical activity on the health status of SCA children, they also do not support a deleterious effect, providing evidence that SCA children may practice regular “moderate” exercise.

Animal's studies: Spontaneous habitual physical activity (for 8 weeks) decreased blood viscosity, improved oxidative stress and inflammation in SAD mice, even after an hypoxic stimulus.

Conclusion

1) SCA patients may practice mild-to moderate exercises (< 20 minutes) with limited risks and 2) regular physical activity could improve vascular function and biological abnormalities in SCA.

References

- Arvidsson, D., Slinde, F. & Hulthen, L. (2005). *Physical activity questionnaire for adolescents validated against doubly labelled water*. European journal of clinical nutrition, 59: 376-383.
- Aufradet, E., Douillard, A., Charrin, E., Romdhani, A., De Souza, G., Bessaad, A., Faes, C., Bourgeaux, V., Chirico, E.N., Canet-Soulas, E. & Pialoux, V & Martin C. (2014). *Physical activity limits pulmonary endothelial activation in sickle cell SAD mice*. Blood, 123: 2745-2747.
- Balayssac-Siransy, E., Connes, P., Tuo, N., Danho, C., Diaw, M., Sanogo, I., Hardy-Dessources, M.D., Samb, A., Ballas, S.K. & Bogui, P. (2011). *Mild haemorheological changes induced by a moderate endurance exercise in patients with sickle cell anaemia*. British journal of haematology, 154: 398-407.
- Charrin, E., Aufradet, E., Douillard, A., Romdhani, A., Souza, G.D., Bessaad, A., Faes, C., Chirico, E.N., Pialoux, V. & Martin, C. (2015). *Oxidative stress is decreased in physically active sickle cell SAD mice*. British journal of haematology, 168: 747-756.
- Connes, P., Lamarre, Y., Waltz, X., Ballas, S.K., Lemonne, N., Etienne-Julan, M., Hue, O., Hardy-Dessources, M.D. & Romana, M. (2014). *Haemolysis and abnormal haemorheology in sickle cell anaemia*. British journal of haematology, 165: 564-572.
- Faes, C., Balayssac-Siransy, E., Connes, P., Hivert, L., Danho, C., Bogui, P., Martin, C. & Pialoux, V. (2014). *Moderate endurance exercise in patients with sickle cell anaemia: effects on oxidative stress and endothelial activation*. British journal of haematology, 164: 124-130.
- Faes, C., Charrin, E., Connes, P., Pialoux, V. & Martin, C. (2015). *Chronic physical activity limits blood rheology alterations in transgenic SAD mice*. American Journal of Haematology, 90: E32-33.
- Kato, G.J., Gladwin, M.T. & Steinberg, M.H. (2007). *Deconstructing sickle cell disease: reappraisal of the role of hemolysis in the development of clinical subphenotypes*. Blood reviews, 21: 37-47.
- Nebor, D., Bowers, A., Hardy-Dessources, M.D., Knight-Madden, J., Romana, M., Reid, H., Barthelemy, J.C., Cumming, V., Hue, O., Elion, J., Reid, M. & Connes, P. (2011). *Frequency of pain crises in sickle cell anemia and its relationship with the sympatho-vagal balance, blood viscosity and inflammation*. Haematologica, 96: 1589-1594.

SYMPOSIUM N°19

***Concevoir des aides à l'intervention dans le champ de
la formation à l'enseignement : orientations dans
le champ des STAPS***

(Coord.: Sébastien Chaliès, Lucile Lafont et Jacques Saury)

Concevoir des aides à l'intervention dans le champ de la formation à l'enseignement : orientations dans le champ des STAPS

Sébastien Chaliès¹, Lucile Lafont² et Jacques Saury³

¹Laboratoire « Education Formation Travail et Savoirs » (UMR 122), ESPE de Toulouse,

²Equipe « Vie Sportive » du LACES (EA 4140), UFR STAPS de Bordeaux

³Laboratoire « Motricité, Interactions, Performance » (EA 4334), Université de Nantes.

sebastien.chalies@univ-tlse2.fr

Le champ des STAPS n'échappe pas aux difficultés engendrées par les orientations nationales et européennes relatives à l'organisation générale de la formation des étudiants et, plus particulièrement, à la nécessité d'engager leur professionnalisation au cœur même de leurs parcours universitaires (Rapports Jolion, 2011). Ce symposium a pour objectif de rendre compte du caractère effectif et significatif de certains travaux engagés dans le domaine des STAPS sur la problématique de la formation à l'intervention. Trois équipes de recherche ayant chacune la responsabilité d'une communication sont mobilisées pour montrer en quoi elles parviennent à maintenir, à partir de soubassements théoriques et méthodologiques différents, des relations entre (i) des visées empiriques en lien avec la « production » théorique dans le champ des sciences de l'intervention et, (ii) des visées de conception permettant de répondre à des problèmes pratiques rencontrés dans le champ de la formation à l'intervention.

La première communication, présentée par l'équipe « Motricité, Interactions, Performance » de l'université de Nantes, spécifie le programme scientifique et technologique du Cours d'action (Theureau, 2006) pour l'étude des pratiques en EPS (Saury et al., 2013). A partir des résultats portant sur la caractérisation des formes et dynamiques du couplage de l'activité d'un enseignant d'EPS avec les configurations d'activité collective (CAC) en classe, des implications dans le domaine de la formation sont envisagées. Ces dernières permettent d'interroger la dualité entre le « guidage des apprentissages » et la « gestion de la classe » en situation complexe de classe.

La deuxième communication, présentée par l'équipe du LACES de l'Université de Bordeaux, s'inscrit dans une perspective de psychologie sociale du développement et des acquisitions, dans la veine de l'Approche pluridimensionnelle des acquisitions (Beaudichon et al., 1988). A partir des travaux antérieurs en matière d'apprentissage coopératif (AC) et de tutorat entre pairs, l'expérimentation présentée ouvre la voie à la mise en œuvre de dispositifs de formation favorables au développement des capacités à apprendre en instruisant. L'investigation s'appuie sur des données quantitatives et qualitatives et permet d'apporter des éclairages quant aux savoirs en matière de technologie des APSA, d'analyse des besoins des formés étudiants et de « procédures de guidage », au sein d'une démarche d'intervention co-construite.

La troisième communication est présentée par l'équipe « Education Formation Travail Savoirs » de l'Université de Toulouse. Elle interroge la possibilité d'aménager la pratique d'APSA au sein d'un master MEEF EPS de sorte qu'elle puisse contribuer à la professionnalisation d'enseignants stagiaires. Pour ce faire, un aménagement d'une UE préprofessionnelle exploitant de façon singulière la pratique d'APSA et du stage en établissement scolaire a été mené à partir de trois postulats empruntés à une anthropologie culturaliste (Chaliès, Amathieu & Bertone, 2013). La communication s'attache à (i) décrire cet aménagement, (ii) analyser ses retombées et ses limites en termes de professionnalisation des ES et (iii) dresser des perspectives pour l'optimiser.

Communication 1 : Formes et dynamiques du couplage de l'activité d'un enseignant d'EPS chevronné avec les configurations d'activité collective en classe lors d'un cycle d'escalade. Oriane Petiot, Agathe Evin, Benoit Huet & Jacques Saury. Laboratoire « Motricité, Interactions, Performance » (EA 4334), Université de Nantes

Communication 2 : Approche pluri dimensionnelle des acquisitions : Analyse quantitative et qualitative des effets de dispositifs coopératifs et tutoriels sur la préprofessionnalisation des étudiants en STAPS. Pascal Legrain, Guillaume Escalié & Lucile Lafont. Equipe Vie Sportive du LACES, (EA 4140), Université de Bordeaux

Communication 3 : Faut-il avoir expérimenté ce que l'on enseigne pour l'enseigner ? Quelques pistes pour placer la pratique physique et sportive au service de la professionnalisation des futurs enseignants d'EPS. Laurent Dastugue, Caroline Ducès & Sébastien Chaliès. Laboratoire UMR EFTS, Université de Toulouse.

Formes et dynamiques du couplage de l'activité d'un enseignant d'EPS chevronné avec les configurations d'activité collective en classe lors d'un cycle d'escalade

Oriane Petiot, Agathe Evin, Benoit Huet et Jacques Saury

Laboratoire « Motricité, Interactions, Performance » (EA 4334), Université de Nantes
oriane.petiot@univ-nantes.fr

Introduction

Les phénomènes inhérents aux interactions enseignants-élèves et à la construction de l'activité collective en classe ont fait l'objet de diverses recherches en EPS. Les études ont mis en évidence et caractérisé des « configurations d'activité collective » (CAC) présentant des propriétés particulières en termes de stabilité, de viabilité, et de potentiel éducatif (e.g., Vors & Gal-Petitfaux, 2009). Dans le prolongement de cette ligne de recherche, la présente étude était fondée sur l'hypothèse selon laquelle l'activité de l'enseignant participe de façon singulière à la dynamique de ces CAC : d'une part, par ses interventions, l'enseignant contribuerait à l'émergence et à la régulation des CAC ; d'autre part, son activité serait contrainte par les caractéristiques et par les transformations des CAC. Au-delà de l'intérêt scientifique de penser l'activité de l'enseignant comme dynamiquement couplée aux dimensions sociales, matérielles, spatiales et temporelles qui constituent ces CAC, cette hypothèse, si elle était accréditée, pourrait également inspirer la conception de contenus et de dispositifs de formation spécifiques des enseignants.

Cette étude visait à analyser l'activité d'un enseignant d'EPS durant un cycle d'escalade, dans son couplage avec les CAC émergeant dans la classe. Il s'agissait plus particulièrement de comprendre comment se construisait l'activité collective en classe à l'échelle d'une leçon et d'une succession de leçons, en identifiant, (a) les caractéristiques typiques des formes de couplage entre l'activité de l'enseignant et les CAC à chaque instant, (b) les conditions liées aux changements d'une forme de couplage à une autre, et (c) les dimensions des CAC auxquelles l'enseignant était « sensible » pour intervenir. L'étude a été conduite dans le programme de recherche du Cours d'action (Theureau, 2006).

Du point de vue des enjeux de formation, il s'agissait de réinterroger la dualité prégnante dans la formation des enseignants, entre le « guidage des apprentissages » et la « gestion de la classe ». Cette dualité présuppose en effet la différenciation de deux catégories de compétences, respectivement dédiées au suivi individuel des élèves et au contrôle collectif de la classe. L'hypothèse de leur interdépendance suggère que celles-ci pourraient être abordées dans une perspective articulant les différents niveaux de l'intervention des enseignants.

Méthode

Un enseignant d'EPS volontaire a participé à cette étude. Il avait 50 ans et affichait une expérience professionnelle de plus de 20 ans. Il était agrégé d'EPS, formateur d'enseignants d'EPS. Son activité a été analysée durant quatre leçons d'un cycle d'escalade de sept leçons face à une classe de Troisième mixte, composée de 22 élèves (leçons 3, 4, 5 et 6).

Deux types de données ont été recueillis. D'une part, les quatre leçons ont fait l'objet d'un enregistrement vidéo intégral à l'aide d'une caméra filmant la classe en plan large. D'autre part, des commentaires rétrospectifs de l'enseignant ont été recueillis lors d'entretiens d'autoconfrontation après l'enregistrement vidéo des leçons. Le traitement des données a été réalisé selon deux étapes. La première étape a consisté à repérer, sur la base de la dynamique comportementale de l'activité de l'enseignant et des élèves dans le gymnase, les différentes CAC se succédant dans la leçon. La deuxième étape a consisté à caractériser le couplage de l'enseignant avec ces CAC, sur la base de son cours d'expérience.

Résultats et discussion

(a) Plusieurs formes de couplage entre l'activité de l'enseignant et les CAC ont été identifiées. Par exemple, une forme de couplage de l'activité de l'enseignant avec certaines CAC – le contrôle et la

régulation « autoritaires » des attitudes scolaires des élèves lors de regroupements collectifs – récurrente tout au long du cycle, traduit l'engagement global de l'enseignant dans son « métier de professeur d'EPS acteur de la communauté éducative ». D'autres formes de couplages entre l'activité de l'enseignant et des CAC, caractérisées par des activités de supervision, d'interventions ponctuelles, et/ou de guidage individuel d'activités d'élèves en relation avec des CAC particulières, traduisent des modalités d'engagement de l'enseignant dans des « situations de classe » pouvant englober la classe dans son ensemble, ou au contraire être circonscrites à une relation dyadique avec un(e) élève. Ces différentes formes de couplage ne sont pas exclusives, mais enchâssées les unes dans les autres. Elles passent selon le cas « au premier plan » ou « au second plan » dans l'expérience de l'enseignant, conduisant ce dernier à faire face immédiatement à ces « micro-mondes », en actualisant des « micro-identités » différentes (Varela, 1996). Elles présentent des propriétés synchroniques (liées aux circonstances des leçons) et diachroniques (liées à l'histoire des interactions avec la classe), qui seront spécifiées dans cette présentation.

(b) L'évolution dans le temps de ces formes de couplage entre l'activité de l'enseignant et les CAC traduit le caractère dynamique et évolutif de l'activité collective en classe (Vors & Gal-Petitfaux, 2009). Certains couplages apparaissent comme stables du point de vue des *patterns* d'activité collective liés aux interactions entre l'enseignant et les élèves. D'autres en revanche sont instables et transitoires entre deux formes stables. Par exemple, la forme de couplage caractérisée par un contrôle et une régulation « autoritaires » des attitudes scolaires des élèves lors de regroupements est une forme stable, survenant typiquement en début et en fin de leçon. La dynamique de ces formes stables et transitoires sera présentée pour l'ensemble du cycle.

(c) Les transformations dans le temps de ces formes de couplage sont liées à diverses sources de perturbation, pour l'enseignant. Celui-ci prend en compte pour agir des indices qui varient et qui sont hiérarchisées de façon différente selon la nature du couplage de l'activité de l'enseignant avec les CAC (*e.g.*, attention des élèves lors des regroupements). Ces résultats accréditent l'idée que la « gestion » collective de la classe est fondamentalement une expérience incarnée et historiquement construite (Vors & Gal-Petitfaux, 2014).

L'ensemble de ces résultats ouvre sur des perspectives utiles à la formation des enseignants, permettant de penser le « guidage des apprentissages » et la « gestion de la classe » d'une façon prenant en compte la complexité des situations de classe. La constitution d'un répertoire de cas typiques des formes de couplage entre l'activité des enseignants et CAC serait dans ce cadre une ressource pertinente pour un travail réflexif sur ce thème en formation initiale ou continue.

Références

- Theureau, J. (2006). *Le cours d'action : Méthode développée*. Toulouse : Octarès.
- Varela F. (1996). *Quel savoir pour l'éthique ? Action, sagesse et cognition*. Paris : La Découverte.
- Vors, O. & Gal-Petitfaux, N. (2009). Construire une activité collective de travail dans une classe d'EPS en « Réseau ambition réussite » : entre masquage et ostentation. *eJRIEPS*, 18, 156-177.
- Vors, O. & Gal-Petitfaux, N. (2014). Formes d'expériences sensorielles structurant les stratégies d'intervention en classe difficile. *Recherches et Educations*, 25-42.

Approche pluri dimensionnelle des acquisitions : analyse quantitative et qualitative des effets de dispositifs coopératifs et tutoriels sur la préprofessionnalisation des étudiants en STAPS.

Pascal Legrain, Guillaume Escalié et Lucile Lafont

Equipe Vie Sportive du LACES EA 4140 Université de Bordeaux

Pascal.legrain@u-bordeaux.fr

Introduction

Ancrée dans les cadres théoriques socio constructivistes (Vygotsky, 1978) et culturalistes (Bruner, 1983), notre approche explore les relations enseignant / enseignés et les interactions entre pairs sur le mode de la complémentarité au sein de l'approche pluridimensionnelle des acquisitions (e.g., Beaudichon, Verba, & Winnykamen, 1988), dont la pertinence a été déclinée et discutée dans le champ des habiletés motrices (e.g., Lafont, 2003; Legrain & d'Arripe-Longueville, 2010). Il s'agit d'élucider les facteurs d'efficacité des interactions sociales en regard des caractéristiques de pratiquants, de la nature des APSA, des contextes interactifs et d'acquisition. Ainsi, nos travaux se centrent sur l'Apprentissage Coopératif (AC) (Johnson & Johnson, 2014) et le tutorat entre pairs en envisageant d'un double point de vue les effets de facteurs clés tels que : la structure du groupe coopératif (interdépendance positive des buts et des moyens, responsabilité individuelle), l'attribution de rôles, et la structuration des interactions entre élèves par l'enseignant. Les études centrées sur la genèse des compétences et du rôle de tuteur convergent pour démontrer la spécificité des compétences tutorielles et les différences expert / tuteur soulignant l'importance de préparer les élèves aux interactions.

Sur le plan méthodologique, cet ancrage initialement modélisé selon une approche quasi expérimentale a plus récemment convoqué des données qualitatives permettant ainsi de mieux comprendre les acquisitions observées et les effets des dispositifs coopératifs et de tutelle.

Nous avons fait ici le choix de porter notre attention sur les interactions paritaires dans le champ des apprentissages scolaires et de la préprofessionnalisation des étudiants en STAPS. Ainsi, après un exposé de quelques résultats de recherches conduites au sein de notre équipe avec des élèves du second degré (compte tenu de la tradition de recherche sur l'AC), une étude en cours avec des étudiants en STAPS est présentée dans le but de tester la transposition de tels dispositifs dans le champ de la formation initiale des enseignants. L'opérationnalisation d'une telle approche socioconstructiviste encore peu prégnante dans le cadre des dispositifs de formation en sciences de l'intervention conduit à interroger la profession sur les dispositifs de formation les plus adaptés à initier les étudiants à l'intervention en APS et en EPS. Parmi ces dispositifs coopératifs d'apprentissage, les "groupes d'experts" (GE, *Jigsaw*, e.g., Aronson, Blaney, Stephan, Sikes, & Snapp, 1978) semblent constituer une alternative intéressante. Les participants sont répartis en ateliers avec des objectifs d'apprentissage spécifiés et développent une expertise relative à une partie de la tâche globale ou de l'activité enseignée par un professeur expert de l'activité. Après ce travail sur le matériel en groupes d'experts, les participants retournent dans leur groupe d'origine pour enseigner aux autres ce qu'ils ont appris et apprendre ce qui leur est alors enseigné par leurs partenaires du groupe.

L'objet de cette étude a consisté à comparer chez les étudiants de 3^{ème} année STAPS débutants en savate boxe française, les effets d'une pratique physique (PP) *versus* pratique en groupe d'experts (GE) au cours d'un cycle de trois séances de découverte de l'activité. Comparativement aux participants du groupe PP, il était principalement attendu que les participants de la condition GE manifestent des attentes d'auto-efficacité à enseigner, une motivation, et des connaissances de l'activité plus élevées.

Méthode

Participants : 73 étudiants (25 filles et 48 garçons, Moyenne d'âge = $21 \pm 0,7$ ans) de 3^{ème} année de Licence « Education et Motricité » ont participé volontairement à l'expérimentation qui s'est

déroulée en trois temps.

Pré-test : Lors de la première séance, les étudiants ont été confrontés à une situation leur demandant de réaliser le plus rapidement possible une touche au poing du bras avant dans une cible présentée par un partenaire. Par ailleurs, ils ont répondu à des questions sur l'activité.

Traitement : Les étudiants ont ensuite été placés aléatoirement dans l'une des deux conditions suivantes. Dans la condition pratique physique (PP), les étudiants appareillés par 2 de façon affinitaire pratiquaient à chaque séance quatre situations présentant des techniques de poing et de pied. Chaque situation comprenait trois déclinaisons destinées respectivement à développer des habiletés motrices en attaque, en protection, et en riposte. Dans la condition Groupes d'Experts (GE), les participants placés en groupes de huit étudiants ont rejoint par deux un atelier d'expertise technique parmi les 4 présentés. Sur chacun de ces ateliers, les experts ont pratiqué pendant 15 minutes les mêmes déclinaisons que celles présentées aux participants de la condition PP. Au cours des trois déclinaisons, il leur a été demandé de prêter attention aux procédures de guidage employées par l'enseignant afin d'être en mesure d'enseigner à leur tour ces habiletés à leurs partenaires de groupe. Enfin, les experts ont été invités à rejoindre leur groupe pour enseigner sur un temps de 12 minutes les trois déclinaisons dont ils étaient experts et à pratiquer pendant 36 minutes les habiletés présentés par leurs partenaires.

Mesures : Les mesures ont porté sur : (a) les connaissances réglementaires et techniques dans l'activité, (b) les perceptions d'auto-efficacité dans quatre compétences inhérentes au rôle de tuteur, et (c) la motivation autodéterminée pour l'activité. Par ailleurs, d'un point de vue qualitatif, trois types de données ont été recueillies à l'occasion de la mise en œuvre de ce dispositif : (a) données écrites d'instruction dans une tâche prescrite, (b) données d'enregistrements audio-vidéo d'une séquence de formation menée dans la condition « GE », et (c) données issues d'entretiens d'auto-confrontation (EAC). Après la séquence de formation, trois EAC d'une durée d'une heure ont été réalisés avec respectivement : le formateur du groupe, un étudiant ayant joué le rôle de tuteur ainsi qu'un étudiant ayant uniquement joué le rôle de tuteur. Les résultats montrant un effet favorable de la pratique en groupes d'experts sur la formation des étudiants se préparant à devenir de futurs enseignants d'EPS seront discutés au cours de ce symposium à partir du croisement des données quantitatives et qualitatives.

Références

- Aronson, E., Blaney, N., Stephan, C., Sikes, J., & Snapp, M. (1978). *The Jigsaw classroom*. Beverly Hills, CA: Sage.
- Beaudichon, J., Verba, M., & Winnykamen, F. (1988). Interactions sociales et acquisition de connaissances chez l'enfant : une approche pluridimensionnelle. *Revue Internationale de Psychologie Sociale*, 1, 129 -141.
- Bruner, J. S. (1983). *Le développement de l'enfant : Savoir faire, savoir dire*, Paris, PUF, 1983.
- Johnson, D.W., & Johnson, R.T. (2014). Cooperative learning in 21th century. *Anales de Psicologia*, 30(3), 841-851.
- Lafont, L. (2003). *Interactions sociales et acquisition des habiletés motrices*. Document non publié pour l'Habilitation à Diriger des Recherches en STAPS. Université Victor Segalen Bordeaux2.
- Legrain, P. & d'Arripe-Longueville, F. (2010). Aide, apprentissage et autonomie. In F. Darnis (Ed.), *Interactions et apprentissage*. Collection Pour l'Action. Paris: Revue EPS.
- Vygotsky, L.S. (1978). *Mind in society, the development of higher psychological process*. Cambridge MA: Harvard University Press.

Faut-il avoir expérimenté ce que l'on enseigne pour l'enseigner ? Quelques pistes pour placer la pratique physique et sportive au service de la professionnalisation des futurs enseignants d'EPS

Laurent Dastugue, Caroline Ducès & Sébastien Chaliès

Laboratoire UMR EFTS, Université de Toulouse.
laurentdastugue@yahoo.fr

Introduction

Alors que l'alternance entre les différentes temporalités de la formation est relevée comme une nécessité, de nombreux travaux soulignent une « cassure » entre la formation « théorique » proposée à l'université et les expériences professionnelles vécues dans les établissements scolaires (Chaliès et al., 2009). Pour y répondre deux orientations en matière d'aménagements des dispositifs de formation par alternance sont proposées. La première consiste à « déplacer le centre de gravité » de la formation (Zeichner, 2006) vers les établissements scolaires comme par exemple lors de visites formatives menées par les formateurs universitaires (FU) menées avec les tuteurs de stage (T) aux côtés des enseignants stagiaires (ES). La seconde consiste, à l'inverse, à placer la professionnalisation au centre des apports universitaires. Paradoxalement, la pratique physique d'APSA en STAPS n'est jamais interrogée de ce point de vue. Rares sont en effet les travaux ayant étudié comment exploiter cette pratique pour professionnaliser les ES (Adé, Sève, & Serres, 2007). L'objet de cette étude se situe à ce niveau. Elle présente un dispositif singulier de formation au sein d'un master 2 MEEF EPS exploitant de façon singulière la pratique d'APSA au sein d'une UE préprofessionnelle et le stage en établissement scolaire. Les principaux résultats en matière de professionnalisation des ES sont décrits et sont ensuite exploités pour optimiser le dispositif initial.

Ancrage théorique et conséquences technologiques

La professionnalisation des ES est interrogée à partir d'une anthropologie culturaliste (Chaliès, Amathieu, & Bertone, 2013) principalement inspirée de la philosophie analytique de Wittgenstein (2004). En suivant, trois des principaux postulats de cette théorie sont présentés et exploités pour justifier les aménagements des UE réalisés et étudiés.

Vivre à l'université des pratiques physiques pour « apprendre » des règles à enseigner

La possibilité pour un ES de réaliser ce que le FU ou le T lui demande et/ou mener une pratique réflexive sur ce qu'il a fait ou fait nécessite un apprentissage préalable de règles, c'est-à-dire d'expériences situées « normatives ». Ces règles, en tant que véritables expériences « mètre étalon », lui permettent ou pas en effet de s'engager dans les activités d'apprentissage. Leur apprentissage nécessite l'engagement d'une activité « d'enseignement ostensif » (Wittgenstein, 2004) qui fonde la signification de l'expérience considérée comme exemplaire. Compte tenu de ce pré-supposé, un premier aménagement de l'UE préprofessionnelle est mené. Tout d'abord, les ES sélectionnent avec le FU les règles à enseigner aux élèves compte tenu de leur niveau de scolarité et des attendus institutionnels. Le FU « dresse » alors pour chacune d'elle un « lien de signification » entre, (i) l'expérience langagière visant à la nommer, (ii) les exemples exemplaires la constituant et (iii) les résultats y étant associés. Ensuite, les ES s'essayent au suivi des règles préalablement circonscrites. La pratique physique est alors aménagée de sorte qu'ils puissent vivre une expérience proche de l'exemple constitutif de chacune d'elle. Par l'accompagnement du FU, ils apprennent progressivement les règles.

Vivre à l'université des pratiques physiques pour enseigner et accompagner l'apprentissage des règles par les élèves

Suite à l'enseignement ostensif des règles, le FU organise l'« accompagnement » de leurs premiers suivis par les ES dans les situations d'apprentissage. Il cherche alors à faire en sorte que ces premiers suivis aboutissent aux résultats attendus y étant associés. Par hypothèse, ce n'est en effet qu'au travers du constat de ces résultats attendus que les ES formés finalisent leur apprentissage des règles considérées. Le formateur assure donc le « contrôle » de la conformité des premiers suivis des règles par les ES et s'engage si nécessaire dans une activité d'« explications ostensives » pour lever leurs mésinterprétations. Compte tenu de ce pré-supposé, un second aménagement de l'unité

d'enseignement préprofessionnelle est mené. Tout d'abord, les ES apprennent à construire des situations visant l'apprentissage par les élèves des règles enseignées. Une attention est alors portée à l'aménagement de ces situations afin qu'elles conduisent les élèves vers des pratiques conformes à celles qui leur ont été enseignées, c'est-à-dire proximales des exemples les constituant et aboutissant à leurs résultats attendus. En suivant, les situations construites sont mises en œuvre. En éprouvant concrètement eux-mêmes ces situations, les ES identifient si ces dernières pourront permettre aux élèves de suivre les règles qui leur auront été enseignées et constater les résultats qui y sont ordinairement associés.

Vivre la pratique professionnelle de stage

Lors de cette dernière étape, les ES sont placés en situation d'enseignement. Ils sont alors eux-mêmes invités à exploiter auprès de leurs élèves les règles qu'ils ont préalablement apprises à l'université ainsi que les situations d'apprentissage y étant associées. Ils cherchent donc à engager, comme ils ont pu préalablement le vivre en formation, des activités d'enseignement ostensif de ces règles puis d'accompagnement de leurs premiers suivis par les élèves dans les situations d'apprentissage. Le but recherché est alors que les élèves parviennent par ces activités à apprendre les règles considérées.

Recueil et traitement des données : deux types de données audio vidéo ont été recueillies : (a) des données « extrinsèques » d'enregistrement des trois temps, (b) des données « intrinsèques » issues d'entretiens d'auto-confrontation (EAC). Après chaque temps de formation, un EAC a été en effet réalisé avec chacun des acteurs. Après avoir été retranscrites sous forme de verbatim, les données ont été traitées selon la procédure proposée par Chaliès et al. (2008) pour aboutir à la formalisation des règles suivies et/ou apprises lors de la formation. Chaque règle a été étiquetée par exemple comme suit : [« *Faire un tour* » vaut pour « *S'équilibrer sur l'appui avant et l'ouvrir, créer de la vitesse avec le bras, entretenir la vitesse par fermeture de la jambe libre* » ce qui obtient comme résultat « *finir en fente jambe libre devant dans l'axe* »].

Résultats et Discussion

Deux principaux résultats peuvent être mis en avant. Le premier est relatif aux circonstances d'apprentissage des règles relatives à la pratique physique de la danse et plus particulièrement à la nature des exemples qui les constituent. Plus ces exemples étaient complexes, articulant des aspects verbaux, visuels et proprioceptifs, plus les étudiants parvenaient ensuite à étalonner leurs premiers suivis des règles qui leur avaient été enseignées et les apprenaient rapidement. Le second est relatif à l'étanchéité entre les deux principaux « jeux de langage » (celui de la pratique de l'APSA danse et celui de l'enseignement de cette pratique à des élèves) investis par le FU au sein du dispositif. Les ES ont été en effet en difficulté pour exploiter des règles apprises constitutives du jeu de langage de la pratique physique lorsqu'ils se sont lancés dans l'activité d'enseignement. Ces deux résultats permettent de tracer de nouvelles pistes pour optimiser le dispositif de formation étudié. Parmi celles-ci, celle relative à la nécessité d'aménager la formation pour qu'elle accompagne les ES dans leur capacité à exploiter des règles apprises dans le jeu de langage de la pratique de l'APSA danse dans le jeu de l'enseignement est développée. En ce sens, la complexité et la diversité du travail du formateur sera discuté plus en détails sur la durée d'une UE.

Références

- Adé, D., Sève, C., & Serres, G. (2007). Familiarité avec la discipline sportive enseignée et formes d'activité chez un enseignant d'Education Physique : une étude exploratoire. *STAPS*, 76, 25-56.
- Chaliès, S., Amathieu, J., & Bertone, S. (2013) Former les enseignants pour accroître leur satisfaction au travail : propositions théoriques et illustrations empiriques. *Le Travail Humain*, 76, 309-334.
- Chaliès, S., Cartaut, S., Escalié, G., & Durand, M. (2009). L'utilité du tutorat pour de jeunes enseignants: la preuve par 20 ans d'expérience. *Recherche et Formation*, 61, 85-129.
- Zeichner, K. (2006). Reflections of a university-based teacher educator on the future of college and university based teacher education. *Journal of Teacher Education*, 57(3), 326-340.

SYMPOSIUM N°20

***Arbitrage et processus émotionnels : Quelles
approches scientifiques ? Quelles perspectives
de formation ?***

(Coord.: Fabrice Dosseville et Géraldine Rix)

Arbitrage et processus émotionnels : Quelles approches scientifiques ? Quelles perspectives de formation ?

Fabrice Dosseville¹ et Géraldine Rix²

¹ Centre d'Etude Sport et Actions Motrices (EA4260), Université de Caen

² Laboratoire Activité, Connaissance, Transmission, Education (EA4281), Université Blaise Pascal
geraldine.rix@univ-bpclermont.fr, fabrice.dosseville@unicaen.fr

Introduction

Les émotions jouent un rôle déterminant lors de tout événement sportif et chaque acteur s'y trouve confronté. En effet, au-delà des capacités physiques et cognitives, les aspects émotionnels sont aussi une composante essentielle de la performance. Ainsi, il n'est pas surprenant que la psychologie du sport ait abordé les expériences émotionnelles, leurs antécédents et leurs conséquences, ainsi que la régulation de l'activation comme la gestion du stress et de l'anxiété (Hanin, 2007). Pourtant, les chercheurs se sont largement focalisés sur l'athlète, délaissant un autre acteur indispensable : l'arbitre.

Considérée comme une activité de jugement, l'arbitrage a plutôt été investigué dans sa dimension cognitive envisagée comme une rationalité « froide » et computationnelle, même si des travaux sur le stress/l'anxiété des arbitres ont ouvert la voie à un questionnement des aspects affectifs, émotionnels, sensibles de l'arbitrage. Il s'agit aujourd'hui de considérer les apports de différentes approches théoriques et méthodologiques pour aborder les dimensions émotionnelles dans la situation arbitrale.

Après une brève introduction de Fabrice Dosseville de l'Université de Caen Basse-Normandie, ce symposium sera organisé autour de communications courtes (10'). Chacune présentera une manière d'aborder les processus émotionnels sous-jacents à la situation arbitrale, fournissant des éléments de perspectives théoriques et méthodologiques.

Tout d'abord, **Benoit Louvet de l'Université de Rouen** abordera le concept d'intelligence émotionnelle et présentera les premiers résultats qui tendent à montrer que les arbitres de football pourraient constituer une population spécifique du point de vue de cette différence individuelle.

Geneviève Cabagno de l'Université de Rennes envisagera quant à elle les interactions spécifiques entre arbitres et joueurs, et les croyances, attentes, impressions, émotions mises en jeu au cours de ces interactions. Les difficultés méthodologiques de l'investigation des émotions et des ressentis des différents acteurs du monde sportif seront posées et discutées.

Duarte Araujo de l'Université de Lisbonne discutera le rôle de l'affect dans la conception d'expériences à portée pédagogique pour développer l'expertise dans l'arbitrage des pratiques sportives. A partir des approches écologiques, la conception d'environnements d'apprentissage et de programmes de développement de l'expertise arbitrale sera abordée.

Finalement, **Géraldine Rix de l'Université Blaise Pascal de Clermont-Ferrand** proposera de ré-envisager la place des émotions dans la prise de décision en s'intéressant aux affects des arbitres. Cette communication prendra la forme d'une problématisation de cette question selon une approche enactive enrichie par une philosophie des normes.

Afin d'amorcer un débat, **Fabrice Dosseville et Géraldine Rix-Lièvre** relèveront quelques points de controverses et de discussion entre les différentes approches et questionneront les orientations que ces approches suggèrent en terme de formation de l'arbitre et des joueurs.

Références

Hanin, Y. L. (2007). Emotions in sport. In G. Tenenbaum & Eklund, R. (Eds.), *Handbook of sport psychology* (pp. 31-58). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.

L'intelligence émotionnelle chez les arbitres de football

Benoît Louvet¹, Mickaël Campo^{1,2}, Romain Arcillon¹ et Sylvain Laborde³

¹Laboratoire « Centre d'Etudes de Transformations des Activités Physiques et Sportives » (EA 3832), Normandie Université

²Laboratoire Socio-Psychologie et Management du Sport (EA 4180), UBFC

³German Sport University, Am Sportpark Müngersdorf 6, Institute of Psychology, Department of Performance Psychology, 50933 Cologne, Germany

benoit.louvet@univ-rouen.fr

Introduction

Les émotions ressenties par les officiels en sport font l'objet d'une attention toute particulière depuis quelques années (Dosseville & Laborde, 2011). De prime abord, il serait tout à fait plausible de penser que les arbitres éprouvent intensément certaines émotions, et, plus particulièrement, des émotions dites « négatives » telle que l'anxiété. En effet, ils doivent être en mesure de prendre des décisions cruciales dans un laps de temps extrêmement court, tout en fournissant des efforts physiques importants et tout en subissant un ensemble de pressions de part et d'autre. Néanmoins, il peut sembler tout aussi justifié d'avancer que cette catégorie bien particulière de pratiquants sportifs soit en mesure de rester de marbre face aux différentes situations anxiogènes rencontrées. Dès lors, l'intensité des émotions ressenties resterait relativement faible.

D'une part, cette variabilité rencontrée dans les intensités émotionnelles ressenties par les arbitres pourrait s'expliquer par un emploi spécifique de stratégies de faire face au stress, appelées stratégies de coping (Louvet, Campo, & André, 2015).

D'autre part, une seconde tentative d'explication de ces diverses intensités émotionnelles est avancée et propose que les officiels en sport soient dotés d'une personnalité bien particulière leur permettant d'aborder plus ou moins sereinement les situations anxiogènes qu'ils rencontrent. Parmi les différentes dimensions composant la personnalité, l'intelligence émotionnelle (IE) se révèle être de plus en plus investiguée en psychologie du sport (Laborde, Dosseville, Guillen, & Chavez, 2014). L'IE représente un construit à multiples facettes composé de dispositions comportementales liées aux émotions, dispositions qui affectent les façons dont un individu fait face aux diverses demandes et pressions qu'ils rencontrent (Petrides & Furnham, 2003). Cette dimension d'ordre personnel permettrait ainsi aux officiels de s'adapter plus ou moins efficacement à l'environnement dans lequel ils se trouvent, notamment de part son influence sur le processus de prise de décisions.

Cette étude prospective se propose donc de présenter le concept d'IE, son application dans le milieu de l'arbitrage et de fournir les premiers résultats obtenus sur des arbitres de football.

Méthode

Participants : Pour cette étude, 134 arbitres ont été volontaires. L'âge des sujets est compris entre 15 et 53 ans ($M = 34,4$; $SD = 8,7$) avec une expérience variant de 1 à 31 années ($M = 13,2$; $SD = 8,7$). Parmi ces arbitres, 51 officient à haut niveau sur des compétitions nationales et 79 évoluent à un niveau moins élevé sur des compétitions régionales et départementales.

Outils de mesure: La version longue du TEIQue (Mikolajczak, 2006) a été utilisée pour mesurer le trait d'IE. Les participants, contactés par voie électronique, ont rempli le questionnaire en référence à leur façon de se comporter en règle générale.

Résultats

Les résultats indiquent que les arbitres de football diffèrent significativement de la norme en ce qui concerne la dimension de bien-être, $t_{(133)} = 4,42$, $p < .05$, de contrôle de soi, $t_{(133)} = 8,25$, $p < .05$, et de la sociabilité, $t_{(133)} = 5,11$, $p < .05$. Leurs scores de bien-être, de contrôle de soi et de sociabilité sont supérieurs aux normes développées par Mikolajczak (2006).

De plus, l'analyse des données révèle que les arbitres de haut niveau obtiennent des scores

significativement plus élevés que ceux de moins bon niveau sur la dimension de bien-être, $t_{(133)} = 2,70, p < .05$, de contrôle de soi, $t_{(133)} = 6,88, p < .05$, et de la sociabilité, $t_{(133)} = 2,38, p < .05$.

Afin d'affiner ces résultats, une analyse de classification hiérarchique suivie d'une analyse en nuées dynamiques sur les quatre dimensions de l'IE (i.e., bien-être, contrôle de soi, sociabilité et émotionnalité) révèlent la présence de trois profils distincts. Le premier profil composé de 62 arbitres regroupe les individus ayant des scores élevés et significativement supérieurs à ceux des deux autres groupes sur chacune des quatre dimensions du trait d'IE. Le deuxième groupe composé de 42 arbitres et le troisième groupe composé de 26 arbitres proposent des scores d'IE de niveau modéré. Plus précisément, ces deux groupes possèdent des scores identiques de contrôle de soi et de sociabilité mais se distinguent quant aux dimensions de bien-être et d'émotionnalité. En effet, les arbitres appartenant au deuxième profil se caractérisent par des niveaux significativement plus élevés de bien-être et d'émotionnalité que les arbitres appartenant au troisième groupe.

Un test du chi-deux (profils \times niveaux) révèle une association significative, $\chi^2_{(2)} = 7,76, p < .05$. Le premier profil est composé de 62,7% des arbitres de haut niveau de cette étude. Les deux autres profils rassemblent significativement plus d'arbitres de moins bon niveau (i.e., 39,2% dans le deuxième groupe et 22,8% dans le troisième groupe).

Enfin, des différences significatives apparaissent entre les trois groupes concernant leur adaptabilité, $F(2,129) = 18,23, p < .001$, et leur motivation, $F(2,129) = 24,00, p < .001$. Les arbitres du premier profil ont des scores plus élevés d'adaptabilité et de motivation que ceux du deuxième et du troisième groupe qui ne se distinguent pas sur ces deux variables.

Discussion

Ces premiers résultats révèlent que les arbitres constitueraient une population particulière qui se démarquerait du point de vue de leur IE. Les demandes liées à l'arbitrage exigent de ses pratiquants de se sentir bien, d'être optimiste et d'avoir une bonne estime de soi afin de pouvoir durer dans cette activité. Les diverses interactions ainsi que les nombreuses décisions à prendre nécessitent de se contrôler, de maîtriser son impulsivité et de bien gérer son stress. Enfin, les hauts niveaux de sociabilité démontrés par les arbitres peuvent s'expliquer par le fait que certaines contraintes de l'arbitrage imposent la mobilisation de ressources relationnelles afin de faire face aux conflits et diminuer les tensions interpersonnelles.

La présence de trois profils distincts atteste de l'importance de développer une IE élevée pour accéder à un haut niveau de pratique. De futures recherches menées à moyen et long terme permettraient de caractériser plus précisément les profils d'IE des officiels. Elles offriraient notamment la possibilité de comprendre si les arbitres de moins bon niveau composant le deuxième et le troisième profil se situent ou non dans une phase de transition plus ou moins avancée pour accéder à un niveau de pratique supérieur comparativement aux arbitres de moins bon niveau déjà présents dans le premier profil.

Bibliographie

- Dosseville, F., & Laborde, S. (Eds., 2011). *Les facettes de l'arbitrage : Recherches et problématiques actuelles*. Paris : Editions Publibook, Collection Université.
- Laborde, S., Dosseville, F., Guillen, F. Chavez, E. (2014). Validity of the trait emotional intelligence questionnaire in sports and its links with performance satisfaction. *Psychology of Sport and Exercise, 15*, 481-490. <http://dx.doi.org/10.1016/j.psychsport.2014.05.001>
- Louvet, B., Campo, M. & André, A. (2015). Déterminants psychologiques des stratégies de coping des arbitres de football. *Movement & Sport Sciences, 87*, 63-77. Doi : 10.1051/sm/2014015
- Mikolajczak, M. (2006). The moderating effect of emotional intelligence on the subjective and neuroendocrine resistance to stress. Thèse de doctorat, Université Catholique de Louvain, Louvain-la-Neuve, Belgique.
- Petrides, K.V., & Furnham, A. (2003). *Technical manual of the Trait Emotional Intelligence Questionnaire (TEIQue)*. Institute of Education, University of London.

Arbitrage et émotions des pratiquants : des pistes de recherche encore peu explorées

Geneviève Cabagno¹, Olivier Rasclé¹ et David Le Foll¹

¹ Laboratoire « Violences, Identités, Politiques & Sports » (EA 4636), Université de Rennes 2
genevieve.cabagno@univ-rennes2.fr

Introduction

Dès lors que l'on aborde des problématiques liées à l'arbitrage en sport, la littérature scientifique s'oriente en général vers l'analyse de l'activité des arbitres. La plupart des études porte sur les processus mobilisés par ces derniers lors de leurs décisions et/ou les variables (personnelles, situationnelles, contextuelles) susceptibles d'influencer ces processus décisionnels (stress, motivation, confiance en soi, etc.). En revanche, les investigations concernant l'influence que pourraient avoir les arbitres sur d'autres protagonistes du jeu (les joueurs, les entraîneurs, les spectateurs) restent très peu nombreuses. Les conséquences de l'arbitrage ont ainsi été étudiées, partiellement, par le biais de la problématique du « home advantage », l'arbitre contribuant à ce phénomène notamment en sanctionnant différemment les équipes locales et les équipes visiteuses. Mais ce sont ici les conséquences de l'activité arbitrale qui sont étudiées (influence des sanctions sur la performance collective d'une équipe) et non les caractéristiques de l'arbitre et leur impact potentiel sur les composantes cognitives, affectives ou comportementales des joueurs. D'autre part, les dimensions émotionnelles et affectives sont quasiment absentes de ces investigations.

De rares études qui investiguent la dynamique « arbitre / joueur »

Les quelques études portant sur les relations entre arbitres et joueurs se focalisent sur la perception de légitimité ou la mise en œuvre de comportements transgressifs / antisportifs / agressifs par les pratiquants, du fait même de la principale mission dévolue aux arbitres. Ces comportements sont alors expliqués ou prédits par a) le sentiment d'injustice émanant d'un arbitrage considéré comme « défaillant », ou b) des croyances et des connaissances relatives à l'arbitre engendrant des intentions spécifiques et des adaptations réciproques.

Ainsi, Faccenda, Pantaléon et Long (2011) mettent notamment en évidence que les joueurs, lorsqu'ils sont confrontés à une décision arbitrale injuste, ont davantage tendance à légitimer les comportements transgressifs visant à se venger que lorsqu'ils sont confrontés à une situation non injuste ; d'autre part, la sensibilité à l'injustice est un prédicteur significatif du niveau de légitimité accordé à ces comportements transgressifs réactifs, ainsi que de leur mise en œuvre. Si cette étude s'attache à analyser des comportements résultant d'une émotion négative engendrée par une situation d'injustice, la méthodologie employée ne permet toutefois pas d'évaluer l'injustice réellement ressentie par les sujets (elle est définie par les expérimentateurs) ni réellement le caractère émotionnel des comportements proposés.

Pour leur part, Traclat, Romand, Moret, et Kavussanu (2011) utilisent des entretiens réalisés avec des joueurs à partir d'enregistrements vidéo de leurs comportements agressifs. Ils mettent en évidence que les joueurs ont tendance à justifier leurs actes au regard de la performance arbitrale « défaillante », notamment dans le cas de comportements de nature instrumentale et ainsi à se déresponsabiliser. Les agressions « hostiles » sont quant à elles moins justifiées. Rix-Lièvre et Genebrier (2011), utilisant des auto-confrontations avec des joueurs et du « re-situ subjectif » avec des arbitres en rugby, montrent que les points de vue divergent entre les acteurs dès lors qu'il s'agit d'interpréter et d'analyser les relations d'altercation. Si les méthodologies mobilisées dans ces deux études permettent cette fois de mieux appréhender les composantes affectives des individus, elles ne permettent en revanche pas d'isoler des processus particuliers et d'investiguer de façon précise les interactions possibles entre différentes sources d'émotions.

Enfin, l'influence des informations liées à l'arbitre sur les comportements transgressifs des joueurs est analysée par Cabagno et collaborateurs (e.g., Cabagno, Rasclé, Le Foll, & Souchon, 2014). Les auteurs montrent que la réputation de l'arbitre (plus ou moins sévère) est un élément significatif dans les intentions formulées par les joueurs de mettre en œuvre des comportements agressifs de

nature instrumentale, c'est-à-dire visant à obtenir un avantage dans le jeu. Toutefois, cette étude n'envisage pas l'influence de la réputation de l'arbitre sur des composantes affectives, pouvant alors engendrer des comportements agressifs de nature hostile.

Quelques perspectives de recherche

Les joueurs ne peuvent être uniquement considérés comme des machines traitant de l'information, quelle qu'elle soit, à des fins de performance et d'efficacité, ou des individus dont les émotions et les ressentis ne sont que la résultante d'une situation jugée « frustrante » à un moment donné, indépendamment des individus présents. Il convient d'essayer d'analyser la complexité de ces relations en tenant compte à la fois des caractéristiques de l'ensemble des protagonistes (arbitres et joueurs / spectateurs) susceptibles de générer des attentes et des émotions spécifiques et de la situation dans laquelle s'inscrivent ces relations, générant également des attentes, des impressions et des émotions particulières. Les attentes et émotions produites peuvent alors présenter un caractère de convergence ou au contraire de divergence, selon qu'elles émanent d'éléments antérieurs à l'action (par exemple influence de la réputation de l'arbitre) ou de la situation elle-même (l'arbitre est-il réellement sévère ou non ? les décisions qu'il prend sont-elles justes ou non ?). Cette perspective a été appréhendée de façon exploratoire (Cabagno et al., 2014), mais ces études ne prennent pas en considération les émotions ou les ressentis des pratiquants, les choix méthodologiques effectués ne permettant pas d'évaluer ces dimensions.

L'investigation des émotions, des ressentis, pose, de façon générale, des difficultés au plan méthodologique, ce qui explique sans doute en grande partie la rareté des études en ce domaine. Il convient alors d'essayer de réfléchir à l'élaboration de protocoles expérimentaux plus complexes, mobilisant à la fois les attentes, croyances et perceptions des sujets sur la base d'informations sociales directes (vidéo) ou indirectes (propos, consignes, scénarios, etc.) à propos de l'arbitre et des éléments contextuels ou situationnels susceptibles de provoquer chez les participants des réponses affectives, cognitives et comportementales, qu'il s'agira alors de recueillir de façon pertinente, via par exemple des enregistrements vidéo ou des questionnements réalisés immédiatement après la passation du protocole, et non de façon décontextualisée. Le protocole expérimental proposé dans les études de Cabagno et al. (2014) pourrait ainsi fournir une base de réflexion intéressante, qu'il conviendrait alors d'améliorer et de compléter afin de répondre aux ambitions présentées, en intégrant notamment des méthodologies plus qualitatives telles que l'auto-confrontation ou le « re-situ subjectif » (Martinent, Campo, & Ferrand, 2012 ; Rix-Lièvre & Genebrier, 2011).

Références

- Cabagno, G., Rasclé, O., Le Foll, D., & Souchon, N. (2014). Réputation de l'arbitre et intentions agressives en basket-ball : effet modérateur du sexe des joueurs ? *International Review of Sport and Violence*, 8, 22-36.
- Faccenda, L., Pantaléon, N., & Long, T. (2011). Injustices contextuelle et personnelle : Effets sur le jugement, l'intention et le comportement moral des footballeurs. *Science & Motricité*, 72, 35-39.
- Martinent, G., Campo, M., & Ferrand, C. (2012). A descriptive study of emotional process during competition: Nature, frequency, direction, duration and co-occurrence of discrete emotions. *Psychology of Sport and Exercise*, 13, 142-151.
- Rix-Lièvre, G., & Genebrier, V. (2011). Les interactions joueurs-arbitres au cours d'un match de football : comprendre les altercations ou leur absence. *Sciences & Motricité*, 72, 27-33.
- Traclet, A., Romand, P., Moret, O., & Kavussanu, M. (2011). Antisocial behavior in soccer : A qualitative study of moral disengagement. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 9(2), 143-155.

The role of affective learning design to enhance expert performance in referees

Duarte Araújo¹

¹ CIPER, Faculdade de Motricidade Humana, Laboratório de Perícia no Desporto, Universidade de Lisboa, Portugal
daraujo@fmh.ulisboa.pt

Introduction

The aim of this presentation is to discuss the role of affect in designing learning experiences to enhance expertise development in sport refereeing. The design of learning environments and referee development programmes are predicated on the successful sampling and simulation of competitive performance conditions during practice. This premise is captured by the concept of representative learning design, founded on an ecological dynamics approach to developing skill in sport, and based on the individual-environment link. In this presentation we discuss how the effective development of expertise in sport refereeing could be enhanced by the consideration of affective constraints in the representative design of learning experiences.

Based on previous theoretical modelling and practical examples we delineate two key principles of Affective Learning Design (Headrick et al., 2015): (i) the design of emotion-laden learning experiences that effectively simulate the constraints of performance environments in sport refereeing; (ii) recognising individualized emotional and coordination tendencies that are associated with different periods of learning. Considering the role of affect in learning environments has clear implications for how sport psychologists, sport scientists, referees and coaches might collaborate to enhance the acquisition of expertise in sport refereeing.

Affective Learning Design

The benefits of creating emotion-laden learning events have been demonstrated within the psychology literature. Emotions influence perceptions, actions and intentions in terms of decision-making, with the level of emotion generated reflecting the significance of the stimuli to the individual and the strength of the response on the visual cortex (Pessoa, 2011). Emotion also acts to strengthen memories (positive or negative) and produces greater engagement in ambiguous, unpredictable, or threatening situations when individual and group goals are influenced (i.e., such as learning when failure might have significant consequences) (Pessoa, 2011).

Despite these proposed benefits, the role of emotion in the pursuit of expertise in sport has often been neglected (or removed) because emotion-laden responses are traditionally considered irrational or instinctive, and therefore perceived as negative (Hutto, 2012). An issue of concern is how to support individuals in the task of learning to perform under the specific constraints of an emotion-charged competitive performance environment.

Progress in understanding emotions during learning has also been limited by a tendency towards traditional linear thinking, perpetuating the debate about the pre-eminence of cognition over emotion, where cognitions of events are thought to result in preconceived emotional reactions (Lewis & Granic, 2000). However, some psychologists have recently begun to acknowledge the advantages of considering humans as complex, dynamical systems when explaining behaviour (Lewis & Granic, 2000). From this approach cognition and emotion are considered to influence each other in a coupled feedback loop where cognitions can bring about emotions, and emotions can shape cognitions (Lewis, 2004). This cyclical interaction is considered to underpin the self organisation of cognitive, emotional and perceptual aspects of task experiences in performance contexts and situations (Lewis, 1996, 2000). Memorized emotional experiences represent patterns of behaviour that are stable attractor states which form when emotional and cognitive changes/responses become linked or synchronised, and subsequently facilitate the emergence of action tendencies (behaviour) (Lewis, 2000). In this line of thinking, affect, cognition, and behaviours self organise to develop emergent, characteristic responses that shape the behavior of an individual in specific environments (Davids, et al., 2001). Much like movement variability, emotion during learning (and performance) has previously been considered, as unwanted system noise

(Davids, Glazier, Araújo, & Bartlett, 2003). Here, we argue that the presence of emotion during learning is indicative of a performer, such as a referee, being engaged or investing in task performance as they explore and exploit available affordances to satisfy their intentions and goals (Seifert, et al., 2013). There are many examples of studies that demonstrate variations in performance in sport due to emotional influences (e.g. Cottyn, De Clercq, Crombez, & Lenoir, 2012; Pijpers, Oudejans, & Bakker, 2005).

Through the process of developing expertise, performers will experience periods of failure or success as they strive to achieve a high level of 'fitness' for specific performance landscapes (Collins & MacNamara, 2012). Learning environments need to be designed to include specific 'situational constraints' that shape and regulate both emergent movement behaviours and the emotional interpretations of a task in relation to the specific tactical intentions of a performer (Davids, et al., 2001). From this approach, emotions are not only highly influenced by the constraints of the task, but also act as constraints on future behaviours emerging across interacting timescales (i.e. performance, learning and development timescales) (Lewis, 2004). Yet to be seen in the literature, however, is a principled exploration of the role of emotions in developing expertise in sport. Here we discuss some principles that could underpin initial understanding of how learning design might be shaped by affective constraints and their interactions with cognitions, perception and actions of referees. The established interactions between affect, cognitions, and actions provide a principled basis for the concept of *affective learning design* (ALD) (see Headrick et al., 2015). This notion advocates the role of affect in considering how to develop expertise through learning experiences that effectively simulate the interacting constraints of competitive performance environments in sport (Pinder, et al., 2011).

References

- Collins, D., & MacNamara, A. (2012). The rocky road to the top: Why talent needs trauma. *Sports Medicine*, 42(11), 907-914.
- Cottyn, J., De Clercq, D., Crombez, G., & Lenoir, M. (2012). The interaction of functional and dysfunctional emotions during balance beam performance. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 83(2), 300-307.
- Davids, K., Glazier, P., Araújo, D., & Bartlett, R. (2003). Movement systems as dynamical systems: The functional role of variability and it's implications for sports medicine. *Sports Medicine*, 33(4), 245-260.
- Headrick, J., Renshaw, I., Davids, K., Pinder, R., & Araújo, D. (2015). The dynamics of expertise acquisition in sport: The role of affective learning design. *Psychology of Sport and Exercise*, 16, 83-90.
- Hutto, D. D. (2012). Truly enactive emotion. *Emotion Review*, 4(2), 176-181. doi: 10.1177/1754073911430134
- Lewis, M. D. (2004). The emergence of mind in the emotional brain. In A. Demetriou & A. Raftopoulos (Eds.), *Cognitive developmental change*. New York Cambridge University Press.
- Pijpers, J. R., Oudejans, R. R. D., & Bakker, F. C. (2005). Anxiety-induced changes in movement behaviour during the execution of a complex whole-body task. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 58A(3), 421-445.
- Pinder, R. A., Davids, K., Renshaw, I., & Araújo, D. (2011). Manipulating informational constraints shapes movement reorganization in interceptive actions. *Attention, Perception & Psychophysics*, 73, 1242 - 1254. doi: 10.3758/s13414-011-0102-1
- Pinder, R. A., Davids, K., Renshaw, I., & Araújo, D. (2011). Representative learning design and functionality of research and practice in sport. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 33, 146-155.
- Seifert, L., Button, C., & Davids, K. (2013). Key properties of expert movement systems in sport: An ecological dynamics perspective. *Sports Medicine*, 43(3), 167-178.

Dynamique émotionnelle de l'activité de l'arbitre : une perspective enactive

Géraldine Rix-Lièvre¹, Michel Récopé¹ et Simon Boyer¹

¹ Laboratoire « Activité, Connaissance, Transmission, éducation » (EA 4281),
Université Blaise Pascal, Clermont Université
geraldine.rix@univ-bpclermont.fr

Cette communication propose de ré-envisager la place des émotions dans la prise de décision en s'intéressant aux affects des arbitres. Elle ne présente pas les résultats d'une étude, mais la problématisation de cette question selon une approche enactive enrichie par une philosophie des normes.

Constat

Peu d'études prennent en charge les émotions de l'arbitre. Celles qui mentionnent l'état émotionnel sont des travaux centrés sur le stress et/ou la motivation de l'arbitre : ils s'intéressent aux sources du stress, à la manière d'y faire face et/ou aux motifs de l'engagement dans l'arbitrage. Les résultats ne mettent que peu en relation la dimension émotionnelle et la décision ; ils établissent essentiellement que le niveau de stress impacte la performance de l'arbitre et que l'erreur est une source importante de stress. Quelques travaux tentent de rendre compte du fonctionnement affectif et cognitif de l'arbitre suite à une erreur d'arbitrage (Philippe et al., 2009; Wolfson & Neave, 2007). Ils mettent en évidence les stratégies permettant aux arbitres d'éviter la confusion et de préserver un confort émotionnel. Les émotions sont alors considérées comme une simple coloration des aspects cognitifs, voire comme une perturbation qui altère le fonctionnement cognitif. De plus, comme dans la plupart des études en sciences du sport, les émotions ne sont pas prises en charge pendant la performance sportive (Sève, et al., 2007). Elles sont étudiées à partir de ce que les arbitres disent qu'ils ont fait, feraient ou auraient fait dans les cas stipulés ; ils sont sollicités pour indiquer une intensité dans une catégorie d'émotion donnée. Ces travaux n'étudient donc pas le fonctionnement affectif et cognitif de l'arbitre en match mais la manière dont ce dernier s'y rapporte. Notre objectif est de proposer une perspective liant « les concepts de perception, d'action et d'émotion » (Dosseville, et al., 2011, p.59) pour appréhender la dynamique émotionnelle de l'activité de l'arbitre en match.

Proposition théorique

La perspective éactive replace les émotions et les affects au cœur même de l'activité : « l'affect ou l'émotion sont à la base même de ce que nous faisons chaque jour en étant aux prises avec le monde » (Varela, 1999). Tout ce qui est rencontré par un acteur sera d'une manière ou d'une autre valorisé -en termes de plaisir ou déplaisir- et d'une manière ou d'une autre éprouvé -en tant qu'attraction ou répulsion- (Varela, 2010). Les émotions sont immanentes à et inextricables de tout acte mental (Varela & Depraz, 2004). Elles produisent une saillance, une mise en relief de certains aspects du monde. Cette saillance est à l'origine de tout phénomène, en tant qu'apparition spontanément signifiante de ce qui est pertinent pour l'individu et suscite son intérêt (Récopé, et al., 2014). Ce faisant, nous pouvons considérer que ce qui est significatif pour l'arbitre est indissociable de ses émotions et qu'inversement étudier ses émotions doit permettre de comprendre ce qui est significatif pour lui et préside à son arbitrage.

Pour ce faire, il s'agit non seulement de mettre à jour les fluctuations singulières des affects mais surtout d'identifier la norme qui explique ces dernières. Au moment considéré, la norme constitue la référence et elle est « l'expression d'une préférence et [...] d'une volonté de substitution d'un état de choses satisfaisant à un état de choses décevant. [...] Sous quelque forme implicite ou explicite que ce soit, des normes réfèrent le réel à des valeurs, expriment des discriminations de qualités » (Canguilhem, 2007). Lorsqu'une norme prévaut, de manière régulière, pour un acteur dans un domaine socioculturel particulier, elle constitue une orientation privilégiée de sa pratique, un sens indissociablement affectif et cognitif ; cette norme prévalente correspond au moment considéré à la *sensibilité* à de l'acteur et définit son monde propre (Récopé, et al., 2014). Afin de comprendre la dynamique émotionnelle de l'activité de l'arbitre, il nous semble pertinent d'identifier la ou les

sensibilités à des arbitres de haut-niveau.

Si la *sensibilité à* permet de rendre compte de ce qui est pertinent, de ce qui a une valeur, de ce qui affecte un acteur dans un domaine d'activité au moment considéré, les débats de normes sont aussi à l'origine d'affects, notamment négatifs (Schwartz, 2011). Deux normes sont en débat lorsque chacune d'elles tend à s'imposer alors même qu'elles qualifient la situation de manière contradictoire et suggèrent des actions différentes. Identifier les débats de normes auxquels l'arbitre est confronté en situation permettrait de mettre à jour les dilemmes de l'activité.

Proposition méthodologique

Afin d'étudier le fonctionnement affectif et cognitif de l'arbitre en match -et non plus seulement la manière dont il s'y rapporte *a posteriori*-, il nous semble nécessaire de mener une étude de cas approfondie fondée à la fois sur une observation fine et la réalisation d'entretien permettant d'approcher ce qui est significatif, ce qui importe pour l'arbitre, ce à quoi il est sensible tout au long d'un match. Pour ce faire, deux enregistrements du match sont nécessaires, un en plan large couplé au son du *micro-arbitre* afin de repérer des régularités comportementales, l'autre issue d'une caméra embarquée fixée sur la tempe de l'arbitre. Ce second enregistrement constitue un support d'entretien intéressant afin d'aider l'arbitre à expliciter ce qui l'affecte tout au long du match. Les régularités comportementales et les verbalisations peuvent alors être traitées de concert afin d'identifier la *sensibilité à* qui oriente l'activité de l'arbitre en match, mais également les débats de normes auxquels il est confronté.

Résultats attendus et perspectives d'intervention

Dévoiler la ou les *sensibilités à* des arbitres de haut-niveau, ceux dont la pratique est identifiée par les instances comme la plus experte, permettrait de mettre à jour les normes, pour une part implicite, valorisées dans l'arbitrage de tel ou tel sport. Susciter une de ces *sensibilités à* chez les jeunes arbitres pourrait devenir un des objectifs de leur formation.

L'identification des débats de normes constituant des dilemmes prégnants de l'activité revêt un enjeu plus institutionnel. En effet, les débats de normes récurrents génèrent une usure au travail et représentent, pour l'arbitrage, un risque d'abandon. Une manière d'y faire face est d'entreprendre un réel travail institutionnel et collectif mettant en discussion les injonctions contradictoires -issues des attentes des instances arbitrales, des clubs, entraîneurs, joueurs, du public, mais aussi des arbitres eux-mêmes- qui pèsent sur l'activité de l'arbitre.

Références

- Canguilhem, G. (1966/2007). *Le normal et le pathologique*. Paris : PUF.
- Dosseville, F., Laborde, S., Traclat, A., & Koffi, P. E. (2011). Décisions arbitrales en football et performances physiques en situation écologique : indicateurs comportementaux et physiologiques. *STAPS*, 93(3), 51-60. doi: 10.3917/sta.093.0051
- Philippe, F. L., Vallerand, R. J., Andrianarisoa, J., & Brunel, P. (2009). Passion in referees: Examining their affective and cognitive experiences in sport situations. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 31, 77-96.
- Récopé, M., Rix-Lièvre, G., Kellin, M., & Boyer, S. (2014). Une appropriation singulière par les STAPS des hypothèses de l'énaction. In M. Quidu (Ed.), *Innovations théoriques en STAPS et implications pratiques. Les sciences du sport en mouvement* (pp. 94-115). Paris : L'harmattan.
- Sève, C., Ria, L., Poizat, G., Saury, J., & Durand, M. (2007). Performance-induced emotions experienced during high-stakes table tennis matches. *PSE*, 8(1), 25-46.
- Varela, F. J. (1999). Present-time consciousness, *Journal Consciousness Studies*, 6, 111-140.
- Varela, F. J. & Depraz, N. (2004). At the source of time: Valance and the constitutional dynamics of affect in : Ipseity and Alterity, *Arob@se: An electronic journal*, <http://www.liane.net/arobase>
- Wolfson, S., & Neave, N. (2007). Coping under pressure: cognitive strategies for maintaining confidence among soccer referees. *Journal of Sport Behavior*, 30(2), 232-247.

Mercredi 28 octobre 2015

10 h 30 – 11 h 30

Conférence Invitée

Translating fatigue to human performance

Pr. Roger M. Enoka (University of Colorado Boulder, USA)

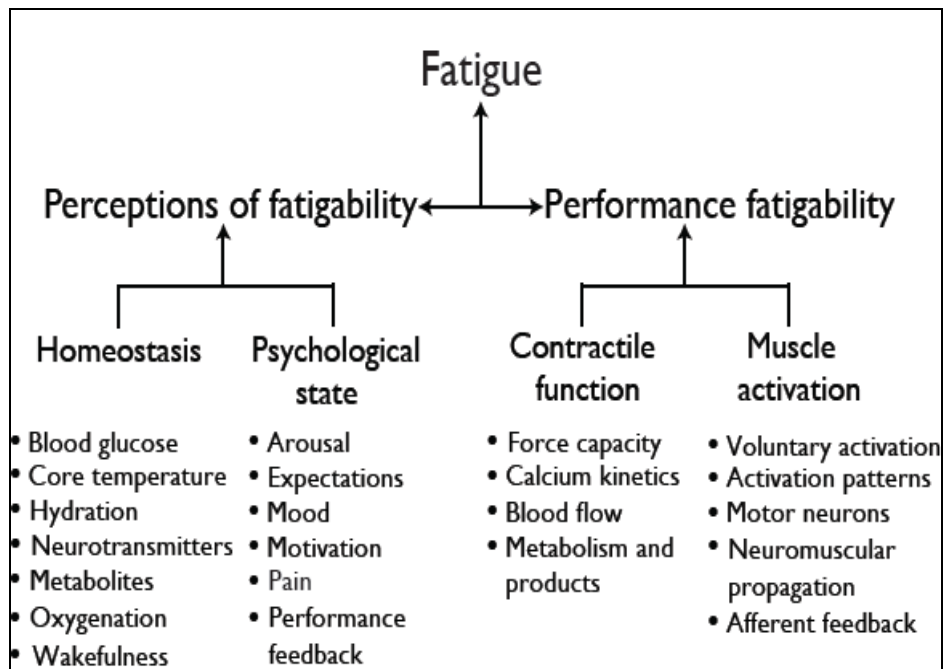
Translating Fatigue to Human Performance

Roger M Enoka

University of Colorado Boulder, CO 80309-0354, USA

Since the seminal work of Mosso (1846-1910), we have recognized that muscle fatigue involves both a diminution of muscle force and adjustments in muscle activation due to the sensations associated with performing muscular activity (Enoka & Stuart, 1992). Due to this perceived dichotomy, most contemporary work on muscle fatigue has focused on distinguishing between the adjustments that constrain contractile force and those that limit muscle activation. A largely unresolved issue, however, has been the translational relevance of the various protocols that have been deployed to study muscle fatigue. Despite a century or so of systematic investigation, there remains a relatively poor association between most laboratory-based measures of muscle fatigue and the performance of real-world tasks (Enoka, 2012). Moreover, one of the major impediments to progress has been a persistent befuddlement of terminology. We will explain why a recently developed taxonomy (Figure) provides a framework that enables the field to establish more appropriate translational models for the study of fatigue (Kluger et al. 2013).

As suggested by Mosso, the taxonomy comprises two domains: (1) perceptions of fatigue – sensations that regulate the integrity of the performer; and (2) fatigability – decline in an objective measure of performance. Based on this taxonomy, fatigue is defined as a disabling symptom in which motor performance is constrained by interactions between perceptions of fatigue and the fatigability of the involved muscles. The presentation will provide examples of the association between fatigue and human performance, discuss how fatigue can be measured, and suggest directions for future work in this field.



References

- Enoka RM. Muscle fatigue – from motor units to clinical symptoms. *Journal of Biomechanics* 45: 427-433, 2012.
- Enoka RM, Stuart DG. Neurobiology of muscle fatigue. *Journal of Applied Physiology* 72: 1631-1648, 1992.
- Kluger B, Krupp LB, Enoka RM. Fatigue and fatigability in neurological illnesses: proposal for a unified taxonomy. *Neurology* 80: 409-416, 2013.

Mercredi 28 octobre 2015

11 h 45 – 12 h 45

**Session de
communications orales**

Séssion Orale N°23

Pathologies

(Modérateur : Alain Varray)

Diffusion tensor imaging tractography in amyotrophic lateral sclerosis: a preliminary study

E. Mseddi¹, P.F. Pradat², N. Termoz¹, A. Couillandre¹, M.L. Welter², T. Driss¹ et G. de Marco¹

¹Laboratoire CeRSM - EA 2931, UFR STAPS, Université Paris Ouest Nanterre La Défense, France

²Département des Maladies du Système Nerveux, CHU Pitié-Salpêtrière, Paris, France
eya.mseddi89@gmail.com

Introduction

Amyotrophic Lateral Sclerosis is an idiopathic fatal disease, characterized by progressive and selective degeneration of motor neurons of the central and peripheral nervous system. This neurological disorder is associated with muscle wasting that affects respiratory and skeletal muscles, especially lower and upper limb, leading to a gradual loss of mobility (Mitchell & Borasio, 2007). However, some studies have reported that this disease is linked to postural disorder and gait impairment (Hausdorff et al., 2000).

This preliminary study aims to explore the integrity of motor neurons of the corticospinal tract via diffusion tensor imaging. Indeed, we expect structural alterations affecting mostly structures such as the corona radiata and internal capsule (structure part of the cortico-spinal tract). This damage would lead to a decrease of both fractional anisotropy (FA) and fiber density and an increase of apparent diffusion coefficient (ADC).

Methods

The ALS group was made up of 7 patients with postural instability (PI) and 4 patients without postural instability (No-PI). Fractional anisotropy and apparent diffusion coefficient were calculated for all subjects. ADC and FA parameters were measured for 21 subjects (10 controls and 11 ALS patients). In fact, regions of interest in the brain were manually contoured in the corona radiata and internal capsule regions by referring to the atlas "diffusion tensor imaging" (Stieltjes et al., 2012).

A diffusion tensor imaging (DTI) exam was achieved. This MRI technique relies on water diffusion characteristics, highlights the Brownian displacement of the water molecules in the brain.

From a physiological point of view, ADC is an indicator of the diffusion of water molecules on extracellular environment. ADC will depend on the direction in which we measure it. The more ordered the tissue is within the sample, the more the ADC will depend on the measurement direction. Therefore, we have to look a more complex model to characterize Brownian diffusion in which the displacements per unit time are not the same in all directions. That's why we use the diffusion tensor formalism, i.e. a 3x3 symmetric matrix of numbers that characterizes displacements in 3D (cf. equation 1).

$$D = \begin{pmatrix} D_{xx} & D_{xy} & D_{xz} \\ D_{yx} & D_{yy} & D_{yz} \\ D_{zx} & D_{zy} & D_{zz} \end{pmatrix} \quad \text{Equation 1}$$

The diffusion tensor can be view as a 3D covariance matrix of displacements in a given time (Einstein's equation). From this tensor, we can derive different parameters.

The most clinically useful measure obtained from diffusion tensor is currently the trace. The trace is sum of the three diagonal elements of the diffusion tensor, i.e. $D_{xx}+D_{yy}+D_{zz}$, which can be shown to be equal to the sum of its three eigenvalues λ_1, λ_2 and λ_3 . The trace/3 can be thought of as being equal to ADC or orientationally averaged mean diffusivity (D) (cf. equation 2).

$$\langle D \rangle = \frac{\text{Tr}(D)}{3} \quad \text{Equation 2}$$

Another parameter is the fractional anisotropy index or FA (cf. equation 3) which measures the fraction of the tensor that can be assigned to anisotropic diffusion. Indeed, water displacement is constrained by fiber environment (sheath, myelin, cellular membrane) to shift in an oriented way.

$$FA = \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}} \cdot \frac{\sqrt{\lambda_1 - \lambda^2 + \lambda_2 - \lambda^2 + \lambda_3 - \lambda^2}}{\sqrt{\lambda_1^2 + \lambda_2^2 + \lambda_3^2}}$$

Equation 3

The FA index is appropriately normalized so that it takes values from zero when diffusion is isotropic to one when diffusion is constrained along one axis only.

The two groups were compared using a Student test for independent samples.

The significance level was fixed at $p < 0.05$.

The mean and standard deviation were calculated for FA and ADC from the both hemispheres in patients, as well as control subjects.

Results

The statistical comparison between controls and ALS patients groups revealed a significant difference within the corona radiata of ADC ($P < 0.001$) and FA ($P < 0.05$) parameters and within the internal capsule ($P < 0.001$) and ($P < 0.01$) respectively (cf. table 1).

		Groups		
		Controls	ALS Patients	P
Corona Radiata	ADC ($10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$)	0.72 (0.12. 10^{-3})	0.95 (0.04. 10^{-3})	< 0.001
	FA	0.40 (0.03)	0.36 (0.05)	< 0.05
Internal Capsule	ADC ($10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$)	0.64 (0.11. 10^{-3})	0.87 (0.08. 10^{-3})	< 0.001
	FA	0.47 (0.05)	0.41 (0.05)	< 0.01

Table 1: Mean (SD) of measured parameters (at the corona radiata and the internal capsule) in ALS patients, controls and statistical comparison of the two groups.

Discussion

Our preliminary results revealed a higher ADC in ALS patients compared to controls at the internal capsule and corona radiata. These results are consistent with Iwata et al. (2011) and Charil et al. (2009) researches. These authors explain those results by a loss of structural barriers leading to expansion of extracellular spaces. Our results have also shown a lower FA at the internal capsule and the corona radiata in patients compared to control subjects; these findings corroborates with the results of Iwata et al. (2011). This result reflects a breakdown of the structural barriers probably associated with an axonal degeneration, decreasing the restriction of water molecules along the fibers.

References

- Charil, A., Corbo, M., Filippi, M., Kesavadas, C., Agosta, F., Munerati, E., et al., (2009). Structural and metabolic changes in the brain of patients with upper motor neuron disorders: a multiparametric MRI study. *Amyotrophic Lateral Sclerosis*, 10 (5-6):269-79.
- Hausdorff, Jeffrey M., Apinya Lertratanakul, Merit E. Cudkowicz, (2000), Dynamic Markers of Altered Gait Rhythm in Amyotrophic Lateral Sclerosis. *Journal of Applied Physiology*, 88(6): 2045–2053.
- Iwata, N. K., Kwan, J. Y., Danielian, L. E., Butman, J. A., Tovar-Moll, F., et al. (2011). White matter alterations differ in primary lateral sclerosis and amyotrophic lateral sclerosis. *Brain*, 134, 2642–2655.
- Mitchell, J. Douglas, and Gian Domenico Borasio, (2007). Amyotrophic Lateral Sclerosis. *The Lancet*, 369(9578): 2031–2041
- Stieltjes, B., Brunner, R. M., Fritzsche, K., Laun, F., (2012). Diffusion Tensor Imaging: Introduction and Atlas. *Springer*, 1 Har/Cdr edition.

Comparaison des forces musculaires chez des sujets hémiparétiques et des sujets sains pendant de la marche

Pauline Gerus¹, Nicolas Roche² et Raphaël Zory¹

¹ Laboratoire « Motricité, Humaine, Education, Sport, Santé » (EA 6312), Université de Nice

² GRCTH, EA4497, CIC-IT 805, CHU Raymond Poincaré, Garches, France

pauline.gerus@unice.fr

Introduction

L'accident vasculaire cérébral (AVC) est la première cause d'handicap acquis en France. Les conséquences de l'AVC peuvent être nombreuses et touchent particulièrement la motricité. Ainsi 80% des patients post-AVC présentent des troubles de la marche limitant leur mobilité. Regagner une capacité de marche « normale » est un challenge étant donné les déficits neuromusculaires sévères touchant un seul hémisphère. Cette atteinte unilatérale, appelée hémiparésie, se traduit par un patron de marche asymétrique avec une réduction de la mise en charge du côté parétique et une phase d'appui prolongé du côté non-parétique. Cette asymétrie a été largement étudiée à partir de mesures externes (des paramètres spatiaux-temporels, cinématiques et/ou cinétiques). Alors que les forces musculaires sont à l'origine de la production de mouvement et donc des troubles de la marche, leur analyse au cours de la marche chez des sujets hémiparétiques est souvent oubliée. Pourtant, l'identification des muscles à l'origine des troubles de la marche offre des perspectives cliniques par l'individualisation des programmes de rééducation spécifique. L'objectif de cette étude était de déterminer les forces musculaires chez des patients hémiparétiques post-AVC chronique pendant la marche en vue de les comparer à des sujets sains à partir d'un modèle biomécanique multi-articulaire assisté par EMG.

Méthode

Neuf sujets (6 hommes, 173±11 cm, 76±12 kg, 53±13 ans) avec une hémiparésie chronique suite à un AVC (temps moyen depuis l'AVC : 11 ans) ont participé à cette étude ainsi que neuf sujets contrôle (sept hommes, 174±10 cm, 76±18 kg, 37±11 ans). Les données cinématiques (8 caméras à 100 Hz, Motion Analysis Corporation), les données cinétiques (plateformes de force à 1000 Hz, AMTI) et les données électromyographiques bilatérales des principaux muscles croisant l'articulation du genou et de la cheville (14 voies à 1000 Hz, Motion Lab Systems) étaient enregistrées pour chaque sujet au cours des 6 essais de marche à vitesse spontanée (Hermens et al. 2000). Les forces musculaires étaient estimées à partir d'un modèle biomécanique assisté par EMG (Buchanan et al. 2004) en quatre étapes : (1) un modèle anatomique (géométrie osseuse et trajets musculo-tendineux) pour estimer les bras de leviers et longueurs muscle-tendon en fonction de la position de chaque segment corporel dans l'espace, (2) un modèle de transformation EMG-activation pour intégrer les relations non-linéaires entre l'EMG et l'activation musculaire, (3) un modèle musculaire de type-Hill pour représenter la dynamique de contraction et estimer la force musculaire, et (4) un processus de calibration pour ajuster les paramètres du modèle. Le modèle assisté par EMG a été utilisé pour estimer les forces des muscles croisant l'articulation du genou et de la cheville. Un cycle de marche comprenant les mesures cinématiques, cinétiques et EMG était utilisé pour calibrer le modèle. Afin de prendre en compte la faiblesse musculaire observée chez le membre parétique, les amplitudes de variation du coefficient d'ajustement de la force musculaire optimisé lors de la phase de calibration pour chaque sujet et chaque groupe musculaire (comprises entre 0,3 et 1) étaient inférieures par rapport au membre non-parétique et aux sujets contrôle (compris entre 0,5 et 1,5). Les autres cycles comprenant les mesures cinématiques et EMG permettaient de prédire les forces musculaires par le modèle assisté par EMG. L'ANOVA à un facteur et le post-hoc Newman-Keuls (seuil $p < 0.05$) étaient utilisés pour comparer les forces moyennes et maximales de chaque groupe musculaire entre le côté parétique, le côté non-parétique et le groupe contrôle en fonction de la phase de freinage (force antéro-postérieure négative), phase de propulsion (force antéro-postérieure positive), et phase oscillante du cycle de marche.

Résultats et Discussion

Après la calibration, le modèle biomécanique assisté par EMG prédisait le moment net articulaire du genou avec une RMS_{erreur} de 5.3 (1.2) N.m et le moment net articulaire de la cheville avec une RMS_{erreur} de 3.2 (0.6) N.m suggérant que le modèle était capable de prédire les moments nets articulaires estimés par dynamique inverse.

Les forces musculaires des fléchisseurs plantaires du côté parétique présentent des niveaux de force inférieur à 50% comparés au côté non-parétique et sain ce qui peut expliquer le déficit de propulsion et une faible vitesse de marche observé chez les sujets hémiparétiques (Figure 1 B-E). Une augmentation des forces des fléchisseurs du genou au cours de la phase de propulsion du côté parétique par rapport au sujet sain pourrait être une stratégie pour compenser le déficit de propulsion (Higginson et al. 2006). Les forces des muscles agoniste/antagoniste du genou sont significativement plus grandes du côté non-parétique comparé aux sujets sains (Figure 1 A-B-D-E). Cette surproduction de force pourrait contribuer au support du centre de masse en compensant la décharge du côté parétique et augmenter la stabilité articulaire du genou.

Au cours la phase oscillante, en dehors des forces musculaires des fléchisseurs plantaires qui sont augmentées pour le côté non-parétique par rapport aux sujets sains, aucune différence n'a été observé, ce qui ne permet pas d'expliquer le stiff-knee gait (déficit de flexion de genou) ou le pied tombant (déficit de flexion dorsale de la cheville). Des analyses additionnelles seront nécessaires pour mieux comprendre ces troubles de la marche présents au cours de la phase oscillante, où le déficit de propulsion pourrait être un point de départ.

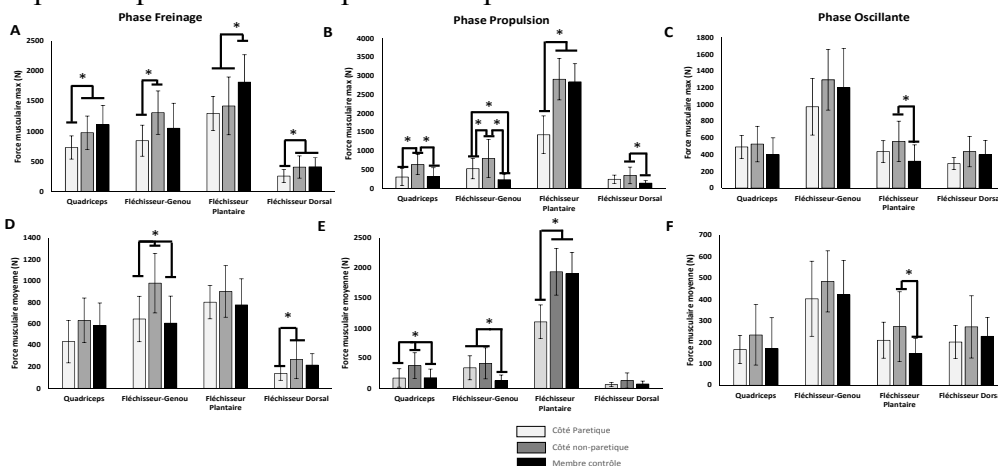


Figure 1. Forces musculaires moyennes et maximales pour la phase de freinage (A&D), la phase de propulsion (B&E) et la phase oscillante (C&F). Les valeurs maximales et moyennes sont la moyenne et la barre d'erreur représente l'écart-type.
* signifie une différence significative entre conditions.

La marche chez un sujet hémiparétique se caractérise par une diminution des forces musculaires des fléchisseurs plantaires et une augmentation des fléchisseurs du genou du côté parétique et une augmentation des forces musculaires croisant l'articulation du genou pour le côté non-parétique afin de compenser le déficit neuromusculaire suite à l'AVC.

Références

- Buchanan T. S., Lloyd D. G., Manal K., Besier T. F., (2004). Neuromusculoskeletal modeling: estimation of muscle forces and joint moments and movements from measurements of neural command. *Journal of Applied Biomechanics*, 20(4):367–395.
- Hermens, H., Freriks J., B., Disselhorst-Klug C., and Rau. G. (2000). Development of recommendations for sEMG sensors and sensor placement procedures. *J Electromyogr Kinesiol*, 10:361–374.
- Higginson J. S., Zajac. F. E., Neptune R. R., Kautz S. A., Delp S. L. (2006). Muscle contributions to support during gait in an individual with post-stroke hemiparesis. *J biomec.* 39:1769-1777.

Étude des capacités de contrôle du mouvement chez des enfants atteints de paralysie cérébrale dans une tâche de poursuite de cible virtuelle

Pascale Leconte¹, Camille Da Lage, Nicolas Benguigui² et Caroline Teulier³

¹ Laboratoire « COMETE » (UMR-S 1075), UFR STAPS, Université Caen Basse-Normandie,

² Laboratoire « CESAMS » (EA 4260), UFR STAPS, Université Caen Basse-Normandie,

³ Laboratoire « CIAMS » (EA 4532), UFR STAPS, Université Paris-Sud

pascale.leconte@unicaen.fr

Introduction

Première cause de handicap moteur chez l'enfant (2/1000 naissances), la paralysie cérébrale (PC) résulte de lésions survenues sur un cerveau en développement. Ces lésions provoquent un ensemble de troubles permanents du mouvement et de la posture, responsables de limitations d'activités et de participation sociale. Au niveau des membres supérieurs, les dyspraxies visuo-spatiales dues à des difficultés dans l'exécution et la régulation du geste volontaire sont très courantes chez cette population (Arner et al., 2008). La régulation sensori-motrice a surtout été étudiée et évaluée chez les enfants PC, dans des tâches d'atteinte ou de saisie d'objet (Rönnqvist & Rösblad, 2007 ; Jaspers et al., 2009). Les analyses cinématiques du mouvement montrent des temps de mouvement plus longs, ainsi qu'une fluidité et une rectitude moins importante chez les enfants PC comparés à des enfants sains. A notre connaissance, peu de recherches se sont intéressées à l'étude des régulations sensori-motrices induites par une tâche de poursuite de cible virtuelle, chez de jeunes PC. L'objectif de cette étude est donc d'évaluer les capacités de contrôle du mouvement chez des enfants PC, sur une tâche de poursuite visuo-manuelle réalisée sur tablette graphique, impliquant la mise en place de régulations sensori-motrices continues. Plus précisément, il s'agira de procéder à une analyse rigoureuse de la performance et de la cinématique du mouvement de la main dominante chez un groupe d'enfants PC comparés à un groupe d'enfants sains.

Méthode

Huit enfants IMC, âgés en moyenne de 15,8 ans ($\pm 3,9$ ans), ainsi que huit enfants sains appariés en âge (âge = 16,1 ans $\pm 3,4$ ans) ont participé à cette étude. La tâche proposée consistait à suivre et recouvrir pendant 20 secondes à l'aide d'un stylet, une balle qui se déplaçait de manière aléatoire et à vitesse constante sur un écran vertical (figure 1a et 1b).

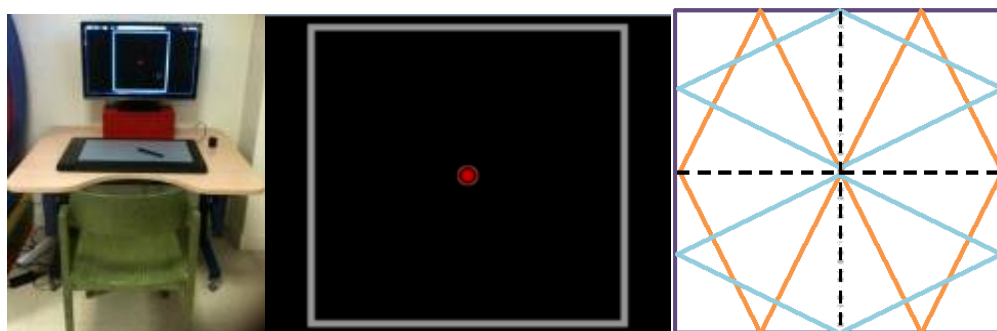


Figure 1. Dispositif expérimental de poursuite visuo-manuelle de cible (a- écran et tablette graphique ; b-cible et curseur sur écran noir ; c-trajectoires verticales/orange et horizontales-bleu)

Le stylet était représenté à l'écran par un cercle de diamètre légèrement supérieur à la balle, les participants étaient invités à poursuivre la cible avec leur main dominante (la moins lésée) sur une tablette graphique (Wacom). Chaque participant devait réaliser 20 essais, selon deux trajectoires majoritairement verticales (une en ipsilatéral et une en controlatéral) et deux trajectoires majoritairement horizontales (une en proximal et une en distal) (figure 1c). Les données des

positions (x,y) du stylet et de la balle étaient enregistrées à 60Hz, permettant de calculer plusieurs variables : (1) des variables de performance : le pourcentage d'accomplissement de l'essai, le pourcentage de recouvrement de la balle (i.e. temps passé sur la cible), la distance moyenne curseur-cible, et (2) des variables cinématiques : la fluidité du mouvement, le coefficient de rectitude et la préférence spatiale. Des tests de Kolmogorov-Smirnov ont été réalisés.

Résultats

Concernant la performance à la tâche, nos résultats montrent que le groupe PC accomplit moins la tâche que le groupe contrôle ($p < .05$), recouvre significativement moins la cible ($p < .05$), et poursuit la cible de façon significativement plus éloignée que le groupe contrôle ($p < .05$) (tableau 1).

Concernant la cinématique du mouvement, le groupe PC montre un mouvement de poursuite significativement moins fluide que le groupe contrôle, se traduisant par une vitesse du stylet plus rapide ($p < .05$), et des accélérations plus importantes ($p < .05$). Le groupe PC présente également un coefficient de rectitude (CR) significativement plus élevé que le groupe contrôle ($p < .05$), ainsi qu'une préférence spatiale plus marquée dans la zone proximale ($p < .05$) (tableau 1).

Table 1. Résultats pour les variables de performance et cinématiques pour les deux groupes

Groupes	Performance (réussite de la tâche)			Cinématique du mouvement		
	Accomplissement (%)	Recouvrement (%)	Distance curseur-cible (pixels)	Fluidité vit et acc (pixels)	Rectitude	Préférence spatiale
PC	80,5 ±15,6	30,9 ±15,8	76,3 ±31,6	v=119,1 ±55,7 a=466,7±247	1,73 ±0,72	Zone proximale
C	98,9 ±1,2	99,5 ±0,6	8,5 ±2,5	v=67,7±2,4 a=175,7±25,1	0,96 ±0,04	Zone distale

Discussion

Cette étude montre des difficultés multiples au niveau des régulations sensori-motrices induites par une tâche de poursuite de cible virtuelle chez des enfants PC. En terme de performance, on observe que le groupe PC réussit significativement moins bien la tâche que le groupe contrôle. Sur les variables cinématiques, on observe moins de fluidité et moins de rectitude dans le mouvement de poursuite chez le groupe PC (rectitude idéale si CR=1), ainsi qu'une préférence plus marquée pour la zone proximale. Ces résultats reflètent clairement les difficultés d'amplitude et de contrôle du mouvement liés aux déformations anatomiques du membre supérieur (flexion-abduction d'épaule, flexion du coude et du poignet) et aux atteintes motrices multiples (spasticité, ataxie, dyskinésies) présentées par les jeunes PC (Holmefur et al., 2010). Cette tâche présente un double intérêt clinique, puisqu'elle pourrait être utilisée comme tâche « diagnostique » pour évaluer les effets des thérapies visant l'amélioration fonctionnelle des membres supérieurs (toxine botulique, thérapie par contrainte induite). Cette tâche pourrait aussi être utilisée à des fins « rééducatives » et faire partie intégrante d'un protocole de rééducation fonctionnelle facilement utilisable dans les structures accueillant de jeunes PC.

Références

- Arner, M., Eliasson, A.-C., Nicklasson, S., Sommerstein, K., & Hägglund, G. (2008). Hand function in cerebral palsy. Report of 367 children in a population-based longitudinal health care program. *The Journal of Hand Surgery*, 33(8), 1337–1347.
- Holmefur, M., Krumlinde-Sundholm, L., Bergström, J., & Eliasson, A.-C. (2010). Longitudinal development of hand function in children with unilateral cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 52(4), 352–357.
- Jaspers, E., Desloovere, K., Bruyninckx, H., Molenaers, G., Klingels, K., & Feys, H. (2009). Review of quantitative measurements of upper limb movements in hemiplegic cerebral palsy. *Gait & Posture*, 30(4), 395–404.
- Rönnqvist, L., & Rösblad, B. (2007). Kinematic analysis of unimanual reaching and grasping movements in children with hemiplegic cerebral palsy. *Clinical Biomechanics*, 22, 165-75.

Gait initiation alterations in Amyotrophic Lateral Sclerosis: preliminary results

M Feron¹, A Couillandre¹, ML Welter², N Termoz¹, E Mseddi¹, PF Pradat² et G de Marco¹

¹Laboratoire CeRSM – EA 2931 Paris Ouest Nanterre la Défense (France)

²Département des Maladies du Système Nerveux, la Pitié-Salpêtrière, Paris (France)

mferon@u-paris10.fr

Introduction

Amyotrophic Lateral Sclerosis is a degenerative disease involving upper and lower motor neurons. However, impairment of movement in these patients also reflects a multi-system degeneration with clinically the presence of an extrapyramidal rigidity associated to an unexplained postural instability in ¾ of ALS patients (Pradat et al., 2009). The reorganization of the functional abilities of this neurodegenerative disease is still unknown. The gait initiation paradigm is particularly interesting in order to study the coordination between posture, equilibrium and movement in neurological diseases. Unlike in Parkinson Disease (PD), the disorders of posture, balance and gait initiation in ALS have not been a focus of great interest. As a matter of fact, literature reviews on PD show gait initiation disturbances including impaired APA with an increase in the duration of the anticipation phase and a decrease in the center of pressure (CP) shift (Delval et al., 2014). Moreover, braking of CG falls during gait initiation, which represents the integrity of the balance control system (Chastan et al., 2009), also dramatically decreases in PD patients compared to control subjects (Chastan et al., 2011). We assume, like in PD where postural instability is frequent, that in ALS patients with postural instability (IP-ALS) compared to ALS patients without postural instability (No-IP-ALS) and control subjects (CS) the timing and the amplitude of the Anticipatory Postural Adjustments (APA) will be impaired combined to an absence of braking in the CG fall before foot contact.

Methods

ALS patients were assigned to 2 groups IP-ALS (n=10) and No-IP-ALS (n=8) based on their scores to the simplified Berg Balance Scale. A group of 12 healthy controls was included in this study. Manual Muscle Testing, stiffness assessed by the Ashworth scale and postural instability assessed by the Unified Parkinson's Disease Rating Scale (UPDRS scale) were performed for each patient. Subjects were instructed to walk a distance of 5 meters on a force platform. In a natural speed gait condition, subjects self-initiated their first step after a visual signal (left or right arrow) indicating them which foot they should use. Three biomechanical parameters were measured 1) **APA duration** which corresponds to the difference of time between the onset (T_0) (anteroposterior acceleration of CG and anteroposterior shift of CP traces deviated from baseline) and the time of the swing Toe Off (T_{TO}) 2) **APA amplitude** (Min_{x_p}) characterized by the peak amplitude of the backward shift of CP during the anticipation phase 3) **braking index** based upon negative peak of the CG vertical velocity (V_1) during the swing phase and CG vertical velocity (V_2) at the time of foot-contact (FC), leading to the Braking index = $[(V_1 - V_2)/V_1 * 100]$. The average of 20 trials was taken into account. The influence of the pathology on the different variables of gait initiation was computed using the non-parametric test Mann and Whitney. The threshold of significance was set at $p < 0.05$.

Results

Clinical evaluation: The score of manual testing showed in IP-ALS patients compared to No IP-ALS a slight decrease in muscle strength at the lower limbs. We observed a significant difference at the thigh for pelvis flexion. In comparison to No-IP-ALS patients, we observed in IP-ALS patients a significant difference ($p < 0.001$) in lower limbs' score of the Modified Ashworth scale. The IP-ALS patients group showed in terms of UPDRS motor score a significant difference ($p < 0.001$) of rigidity in ankles and knees. *Anticipatory Postural Adjustments:* 1) the duration of the anticipation phase in IP-ALS patients was significantly higher ($p < 0.05$) compared to control subjects; no significant difference was found between control group and No-IP-ALS patients and between the two groups of ALS patients even if the duration of the anticipation phase was slightly longer in IP-ALS patients. 2) The peak amplitude of backward shift of CP was significantly decreased in the IP-

ALS group ($p < 0.01$) compared to control subjects and No-IP-ALS patients. 3) Unlike IP-ALS, the backward APA magnitude was not statistically different between control subjects and No-IPALS patients (Table 1). *CG fall and braking capacity*: In IP-ALS patients, there was no fall of the CG ($V1$ near zero) and therefore no braking of the CG fall was observed ($V2 \approx V1$). There was a braking of the CG fall prior to foot contact ($V2 \neq V1$) in No-IP-ALS patients. The fall in the CG ($V1$) was significantly reduced compared to the patients without postural instability ($p < 0.01$). Even if we observed no significant difference between No-IP-ALS patients and control, we found a high variability in this biomechanical parameter in No-IP-ALS patients (Braking of CG fall: $35 \% \pm 35$).

Table 1: Biomechanical characteristics for control group and patient group without and with postural instability.

* significant difference between Patients IP-ALS and Controls : * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; • significant difference between Patients IP-ALS and Patients No- IP-ALS •• $p < 0.01$. Values shown are : mean \pm standard deviation

	CS	No-IP-ALS	IP-ALS
APA Duration (s)	0.54 ± 0.06	0.57 ± 0.06	$0.62 \pm 0.09^*$
APA Amplitude (mm)	-47 ± 9	$-47 \pm 13_{\bullet\bullet}$	$-25 \pm 14^{**}$

Discussion

Our results confirm the hypotheses. In IP-ALS, the duration of the APA is longer, the amplitude is shorter and they do not brake. These results confirm observations of previous studies on gait initiation in Parkinson's disease (Burleigh -Jacobs et al., 1997; Crenna et al., 1991). Disorders of APA observed in IP-ALS patients may be related to the classical decrease in muscle strength in ALS (linked to the degeneration of lower motor neurons) but also to muscle tone disorders of two kinds: the usually described in literature spasticity but also some rigidity that is not so common in ALS. As a matter fact, IP-ALS patients through the scores of the modified Ashworth scale show a slight increase in muscle tone of their lower limb and also display moderate to severe extra pyramidal stiffness (cf. UPDRS) at the ankle and knee. We make the hypothesis that the smaller backward CP displacement in IP-ALS could be linked like in PD to a degeneration of the basal ganglia (BG) (Defebvre et al., 2002; Rocchi et al., 2012; Liu et al., 2007). Likewise, altered timing of the APA in IP-ALS could be caused by lesions located in the supplementary motor area (SMA) (Massion, 1992, Mackinnon et al., 2007, Malouin et al., 2003 and Jacobs et al., 2009) and in the cerebellum (Bruttini et al., 2014). Altered ability to active braking reflecting impaired postural instability in IP-ALS patients compared to No IP-ALS could support the hypothesis like in PD that BG and brainstem could be damaged (Chastan et al., 2009). This parameter which is preserved in No IP-ALS could be an indicator of the disease progression (Perkel et al., 2000; Konrad et al., 2006). A larger sample of patients ALS should confirm these hypotheses.

References

- Chastan N, Westby GW, Yelnik J, Bardinet E, Do MC, Agid Y, Welter ML. (2009). Effects of nigral stimulation on locomotion and postural stability in patients with Parkinson's disease. *Brain*. 132:172-84.
- Defebvre LJ, Krystkowiak P, Blatt JL, Duhamel A, Bourriez JL, Périna M, Blond S, Guieu JD, Destée A. (2002). Influence of pallidal stimulation and levodopa on gait and preparatory postural adjustments in Parkinson's disease. *Mov Disord*. 17:76-83.
- Jacobs JV, Lou JS, Kraakevik JA, Horak FB. (2009). The supplementary motor area contributes to the timing of the anticipatory postural adjustment during step initiation in participants with and without Parkinson's disease. *Neuroscience*. 164:877-85
- MacKinnon CD, Bissig D, Chiusano J, Miller E, Rudnick L, Jager C, Zhang Y, Mille ML, Rogers MW. (2007). Preparation of anticipatory postural adjustments prior to stepping. *J Neurophysiol*. 97:4368-79.
- Pradat PF, Bruneteau G, Munerati E, Salachas F, Le Forestier N, Lacomblez L, Lenglet T, Meininger V. (2009). Extraparamidal stiffness in patients with amyotrophic lateral sclerosis. *Mov Disord*. 24:2143-8.

Session Orale N°24

Biomécanique musculaire

(Modérateur : Alain Martin)

Supersonic Shear Imaging is a non-invasive method to early detect muscle damage

Lilian Lacourpaille¹, Antoine Nordez², Valentin Doguet², Ricardo Andrade², François Hug^{2,3} et Gaël Guilhem¹

¹ French National Institute of Sport (INSEP), Research Department, Laboratory “Sport, Expertise and Performance” (EA 7370), Paris, France

² University of Nantes, Faculty of Sport Sciences, Laboratory “Motricité, Interactions, Performance” (EA 4334), Nantes, France

³ The University of Queensland, NHMRC Centre of Clinical Research Excellence in Spinal Pain, Injury and Health, School of Health and Rehabilitation Sciences, Brisbane, Australia

lilian.lacourpaille@insep.fr

Introduction

Eccentric contractions are well-known as a damaging form of muscular exercise. Indeed, eccentric exercise induced strength losses outlast muscle fatigue and are likely due to cytoskeletal disruptions (Paulsen et al., 2012). As such contractions occur frequently in sport training and competitions, an early detection of the exercise-induced muscle damage is of great interest to adjust training intensity in the following days and, in turn, to prevent excessive muscle injury. An immediate increase in passive joint torque has been proposed as an early effect of eccentric contractions (Whitehead et al., 2001). However, the passive joint torque results from the mechanical properties of all the muscles (i.e., agonists and antagonists) and structures crossing the joint (e.g., tendon, skin, articular structures). Consequently, it does not provide a direct estimation of the changes in agonist muscles stiffness. Elastographic methods were recently used to quantify individual muscle mechanical properties after exercise-induced muscle damage *in vivo*. For instance, Lacourpaille et al. (2014) showed that the localized muscle shear modulus (i.e., muscle stiffness) is significantly increased immediately after an eccentric exercise, arising this measurement as a potential marker of muscle damage. This study was designed to evaluate the relationship between the change in shear modulus measured 1 h after an eccentric exercise and the decrease in maximal voluntary contraction torque at 48 hours post-exercise.

Methods

12 and 7 subjects performed a session of 3 sets of 10 isokinetic eccentric contractions of the right elbow flexor muscles and 10 sets of 15 isokinetic eccentric contractions of the right knee extensors on a Con-Trex MJ dynamometer (CVHAG, Switzerland), respectively. This difference in exercise volume was used to induce approximatively the same amount of damage between both muscle groups (Jamurtas et al., 2004). Delayed onset muscular soreness (DOMS) and maximal isometric torque (MVC) were measured before (PRE), 1 hour (1H), and 48 hours (48H) after eccentric exercise. An Aixplorer ultrasonic scanner (version 5; Supersonic Imagine, Aix-en-Provence, France), coupled with a linear transducer array (4–15 MHz, SL15-4) was used in supersonic shear imaging (SSI) mode to assess shear modulus of the main elbow flexors (*biceps brachii* and *brachialis*) and knee extensors (*vastus lateralis*, *vastus medialis* and *rectus femoris*) (Figure 1a) at PRE and 1H. The shear elastic modulus of *biceps brachii* and *brachialis* were measured at 70°, 110° and 160° of elbow angle on the damaged arm (180° = full extension). The shear elastic modulus was determined in *vastus lateralis*, *vastus medialis* and *rectus femoris* at 150°, 90° and 70° of knee angle on the damaged leg (180° = full extension). For each joint, two separate one-way analyses of variance (ANOVA) (time) with repeated measures were applied to DOMS and MVC. A two-way ANOVA with repeated measures were applied to muscle shear elastic modulus (time × muscle) for both joints. Post-hoc tests were performed by means of Newman-Keuls procedures. A linear Pearson correlation was performed between MVC decrease at 48H and shear modulus changes, relatively to PRE value, in order to determine a correlation coefficient (r). The significance level was set at $P < 0.05$.

Results

For both *elbow flexors* and *knee extensors*, DOMS significantly increased at 48H (3.8/10 and 5.5/10 for *elbow flexors* and *knee extensors* protocols, respectively). MVC was reduced at 1H ($-29 \pm 6\%$ for *elbow flexors* and $-44.4 \pm 9.2\%$ for *knee extensors*) and 48H ($-24 \pm 7\%$ for *elbow flexors* and $-40.5 \pm 20.3\%$ for *knee extensors*) compared to PRE ($P < 0.05$). For both protocols, ANOVA revealed a time effect on shear modulus ($P < 0.0001$) but no significant time \times muscle interaction was found ($P = 0.3$ and $P = 0.110$ for *elbow flexors* and *knee extensors*, respectively). A significant correlation was found between the mean changes in shear modulus at 1H and MVC decrease at 48H ($r = 0.55$ and $r = 0.85$ for *elbow flexors* and *knee extensors*, respectively; cf. Figure 1b).

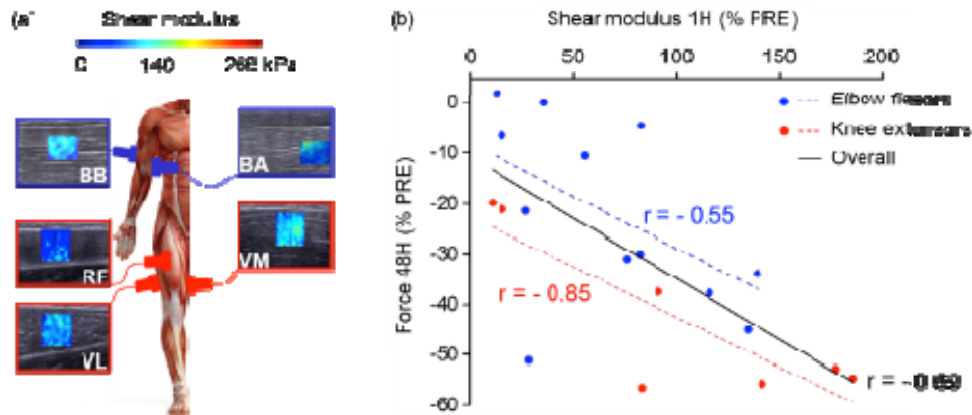


Figure 1. Typical ultrasound images and elasticity maps obtained for the *biceps brachii* (BB), *brachialis* (BA), *vastus lateralis* (VL), *vastus medialis* (VM), and *rectus femoris* (RF). The colored region represents the shear elasticity map, with the scale above the figure (a). Significant correlations were shown between maximal isometric torque decrease 48 hours (48H) post-eccentric exercise and mean shear elastic modulus increase measured 1 hour (1H) after exercise, relatively to pre-exercise values (% PRE) (b).

Discussion

The present study is the first to evidence that the immediate changes of shear elastic modulus was significantly correlated to maximal voluntary strength decrease 48 hours after exercise. Indeed, a significant increase of muscle stiffness has been found for both muscle groups 1H after exercise ($+70.9\%$; $p < 0.0001$) confirming the results from the literature (Lacourpaille et al., 2014). Given that muscle strength impairments are related to the number of damaged muscle fibers and consequently to the Ca^{2+} release induced by eccentric exercise (Raastad et al., 2010), this result may suggest the potential role of Ca^{2+} in the modifications of muscle stiffness subsequent to damaging exercise, previously inferred in the literature from global measurements (Whitehead et al. 2001). This result is of great interest for the early detection of the presence of muscle damage after exercise, and, in turn, adjust the intensity of training or rehabilitation program in the next days.

SSI seems to be a relevant and helpful tool to non-invasively and rapidly quantify the functional state (i.e., level of muscle damage) of synergistic muscles within the musculo-articular complex after specific exercise.

References

- Lacourpaille, L., Nordez, A., Hug, F., Couturier, A., Dibie, C., & Guilhem, G. (2014). Time-course effect of exercise-induced muscle damage on localized muscle mechanical properties assessed using elastography. *Acta Physiologica*, 211(1), 135-146.
- Paulsen, G., Mikkelsen, U. R., Raastad, T., & Peake, J. M. (2012). Leucocytes, cytokines and satellite cells: what role do they play in muscle damage and regeneration following eccentric exercise. *Exerc Immunol Rev*, 18(1), 42-97.
- Whitehead, N. P., Weerakkody, N. S., Gregory, J. E., Morgan, D. L., & Proske, U. (2001). Changes in passive tension of muscle in humans and animals after eccentric exercise. *Journal of physiology*, 533, 593-604.

Relations force-vitesse et puissance-vitesse des membres inférieurs et supérieurs chez de jeunes rameurs de compétition

Caroline Giroux¹, Hugo Maciejewski^{2,3}, Amal BenAbdessamie¹, Frédéric Chorin¹, Julien Lardy¹ et Abderrahmane Rahmani¹

¹ Laboratoire « Motricité, Interactions, Performance » (EA 4334), Université du Maine

² Fédération Française d'Aviron

³ Laboratoire de Physiologie de l'Exercice (EA 4338), Université Savoie Mont Blanc
caroline.giroux@univ-lemans.fr

Introduction

L'aviron est une activité de force-endurance impliquant les membres inférieurs et supérieurs. L'objectif en compétition est de parcourir la distance de 2000 m le plus rapidement possible. Les capacités musculaires des membres inférieurs et supérieurs des rameurs sont cruciales pour la performance en aviron. En effet, les niveaux de force appliqués aux poignées et aux cale-pieds en compétition permettent la production de hauts niveaux de puissance (300-450 W en moyenne et 600-700 W en phase de départ, Steinacker 1993). La détermination des profils force-vitesse (F-V) et puissance-vitesse (P-V) des membres inférieurs et supérieurs permet d'investiguer ces capacités musculaires (Bourdin et al. 2010). À notre connaissance, ces profils n'ont jamais été déterminés chez le rameur. Le but de cette étude était donc de décrire les profils F-V et P-V *i)* des extenseurs des membres inférieurs, *ii)* des fléchisseurs des membres supérieurs chez de jeunes rameurs de compétition et *iii)* d'étudier les possibles liens entre les profils des membres inférieurs et supérieurs.

Méthode

Quatorze jeunes rameurs (âge : $15,3 \pm 0,6$ ans, taille : $178,5 \pm 7,1$ cm, masse : $67,9 \pm 10,8$ kg) de niveau national ont participé à cette étude. Au cours de deux sessions tests, chacune séparée de 24 h, nous avons déterminé les profils individuels de F-V et de P-V de la chaîne *i)* des extenseurs des membres inférieurs (*i.e.*, squat jump) et *ii)* des fléchisseurs des membres supérieurs (*i.e.*, tirage vertical). Chaque session commençait par 20 min d'échauffement standardisé suivi d'un exercice (*i.e.*, squat jump ou tirage vertical) composé d'au moins 6 répétitions avec des charges progressivement croissantes sous une barre guidée (Max Rack 50 MM, Gym80, Allemagne). Le déplacement vertical de la barre était mesuré à l'aide d'un capteur filaire équipé d'un encodeur optique (GymAware, Kinetic Performance Technology, Australie). La vitesse, la force et la puissance moyennes développées lors de chaque répétition étaient ensuite calculées. Les relations linéaires F-V et polynomiales de second ordre P-V étaient alors établies individuellement pour déterminer la force maximale théorique (F_0), la vitesse maximale théorique (V_0) et la puissance maximale théorique (P_{max}). Les relations entre les qualités musculaires des membres supérieurs et inférieurs ont été investiguées par le biais de corrélations entre les paramètres F_0 , V_0 et P_{max} .

Résultats

Les profils F-V et P-V des rameurs sont présentés dans la figure 1. Les valeurs des paramètres théoriques maximaux (F_0 , V_0 et P_{max}) sont présentées dans le Tableau 1. Une corrélation significative était obtenue entre les valeurs de *i)* P_{max} ($r = 0,73$; $p < 0,01$) déterminées en tirage vertical et en squat jump et *ii)* les valeurs de F_0 ($r = 0,76$; $p < 0,01$) déterminées également pour ces deux mouvements.

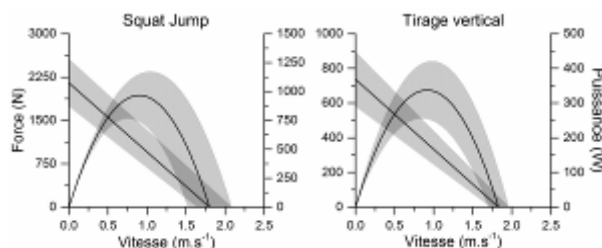


Figure 1. Relations force-vitesse et puissance-vitesse. Moyenne \pm écart type
Tableau 1 : Paramètres théoriques maximaux extraits des relations F-V et P-V en

squat jump et tirage vertical.

	Squat Jump	Tirage vertical
F_0 en N (N.kg ⁻¹)	2146,9 ± 407,8 (31,6 ± 3,8)	736,5 ± 156,7 (10,8 ± 1,5)
V_0 en m.s ⁻¹	1,80 ± 0,28	1,83 ± 0,13
P_{max} W (W.kg ⁻¹)	966,1 ± 202,6 (14,1 ± 1,3)	337,3 ± 82,5 (4,93 ± 0,7)

Discussion

Cette étude est la première à caractériser les profils force-vitesse et puissance-vitesse de jeunes rameurs de compétition. Une analyse comparative avec de récents travaux (Samozino et al. 2012) démontre que nos rameurs présentent des valeurs de P_{max} , des membres inférieurs, légèrement inférieures (-13,5%) à celles de joueurs de rugby, basket-ball et des sprinteurs. Cette différence est associée à des valeurs de F_0 plus élevées (+30,6%) et de V_0 plus faibles (-35,3%). Bien que des variations de protocoles soient à considérer dans cette analyse comparative, ces résultats suggèrent que les rameurs présentent un profil musculaire orienté davantage vers la composante force. La spécificité de l'activité aviron peut expliquer cette orientation de profil musculaire. En effet, les rameurs doivent produire des niveaux de force suffisamment élevés pour vaincre les résistances hydrodynamiques qui agissent sur l'embarcation (Baudouin et Hawkins 2002). Nos résultats indiquent également que les valeurs de F_0 et de P_{max} étaient corrélées entre les membres supérieurs et inférieurs. Ces résultats pourraient être liés à une prédisposition physique (*i.e.*, masse musculaire importante) pour l'activité aviron des jeunes hommes ayant participé à cette étude. Une investigation de ces corrélations chez des rameurs novices et de haut niveau permettrait d'identifier l'influence de la pratique de l'aviron sur ces corrélations. De plus, une analyse des liens entre les profils musculaires des membres inférieurs et supérieurs et la performance *in situ* en aviron fournirait de précieuses informations pour l'orientation et la calibration des contenus des séances de renforcement musculaire.

Cette étude est la première à présenter les profils force-vitesse et puissance-vitesse des membres inférieurs et supérieurs chez de jeunes rameurs de compétition. Elle offre des perspectives de recherche en aviron qui pourraient permettre d'optimiser les séances de renforcement musculaire.

Remerciements

Ce programme de recherche est réalisé dans le cadre du projet ANOPACy⁸ et bénéficie d'un soutien financier du Ministère en charge des sports, de l'Institut National du Sport, de l'Expertise et de la Performance, de la Région des Pays de la Loire et de l'Union Européenne. L'Europe s'engage en Pays de La Loire avec le Fonds européen de développement régional. Le projet ANOPACy est labellisé par le pôle de compétitivité EMC2.

Références

- Baudouin, A. & Hawkins, D. (2002). A biomechanical review of factors affecting rowing performance. *British Journal of Sports Medicine*, 36,396-402.
- Bourdin, M., Rambaud, O., Dorel, S., Lacour, J. R., Moyen, B. and Rahmani, A. (2010). Throwing performance is associated with muscular power. *International Journal of Sports Medicine*, 31, 505-10.
- Samozino, P., Rejc, E., Di Prampero, P. E., Belli, A. and Morin, J. B. (2012). Optimal Force-velocity profile in ballistic movements. Altius: citius or fortius? *Medicine and Science in Sports Exercise*, 44, 313-22.
- Steinacker, J. M. (1993). Physiological aspects of training in rowing. *International Journal of Sports Medicine*, 14(Suppl 1), 3-10.

⁸ ANOPACy : Analyse et Optimisation de la Performance en Aviron et en Cyclisme

Le déficit bilatéral de force en flexion plantaire : fiction ou réalité ?

Emilie Simoneau - Buessinger¹, Sébastien Leteneur¹, Anis Toumi¹, Alexandra Dessurne², François Gabrielli¹, Franck Barbier¹ et Jennifer Jakobi³

¹LAMIH (UMR CNRS 8201), Université de Valenciennes et du Hainaut Cambrésis, France

²Laboratoire de l'effort et du mouvement, Tournai, Belgique

³School of Health and Exercise Sciences, University of British Columbia, Kelowna, Canada
emilie.simoneau@univ-valenciennes.fr

Introduction

Lors de contractions musculaires maximales, il est régulièrement observé que la somme des forces des muscles homonymes contractés simultanément (bilatéralement) est inférieure à la somme des forces de ces mêmes muscles contractés seuls (unilatéralement) (Jakobi & Chilibeck, 2001). Les mécanismes explicatifs de ce "déficit bilatéral de force" restent équivoques. Bien que l'hypothèse d'une origine nerveuse soit généralement avancée pour expliquer ce phénomène (Oda, 1997), le déficit bilatéral de force pourrait en fait être dû à des ajustements posturaux liés à la contraction d'autres muscles que ceux examinés. Ces ajustements pourraient alors contribuer au moment de force mesuré, de manière différente lors de tests uni- ou bilatéraux. Le but de cette étude était alors d'investiguer le déficit bilatéral de force en flexion plantaire et de vérifier son origine nerveuse et/ou posturale.

Méthode

Vingt jeunes adultes ont réalisé des contractions isométriques maximales volontaires uni- et bilatérales en flexion plantaire sur un ergomètre permettant de prendre en compte ou de s'affranchir des ajustements posturaux sur les moments de force mesurés aux chevilles. Lorsque l'ergomètre est utilisé en configuration classique ou « fermée » (CF) (Figure 1A), les moments générés par les ajustements posturaux sont intégrés aux moments mesurés; lorsque que l'ergomètre est en configuration innovante ou « ouverte » (CO) (Figure 1B), seuls les moments de force générés par les fléchisseurs plantaires *per se* sont mesurés. Quelle que soit la configuration de l'ergomètre, la position des participants était identique : assis, genoux maintenus tendus par une attelle et chevilles à 10° de flexion plantaire. La condition (unilatéral gauche, unilatéral droit et bilatéral) ainsi que le type de configuration (CF et CO) ont été randomisés. L'activité électromyographique (EMG) des muscles gastrocnemii medialis et lateralis, soleus et tibialis anterior de chaque jambe a été enregistrée et quantifiée via la RMS sur une fenêtre de 0,5 s lorsque le moment était maximal.

Le déficit bilatéral de force a été estimé comme suit : Score Bilatéral (%) = (moment bilatéral / (moment unilatéral droit + moment unilatéral gauche))*100. Un score inférieur à 100 % indique un déficit bilatéral, alors qu'un score supérieur à 100 % suggère une facilitation bilatérale (Howard & Enoka, 1991).

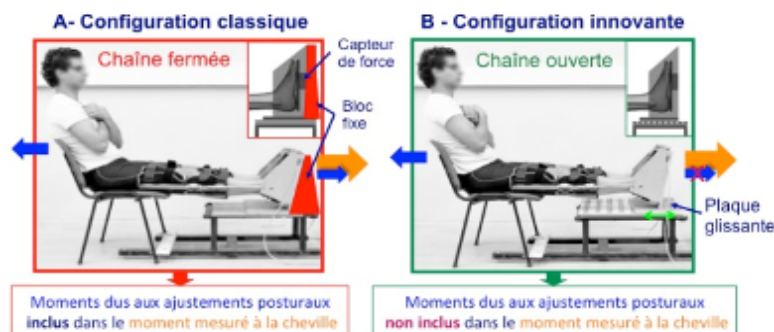


Figure 1. Ergomètre de cheville en configuration classique ou "fermée" (A) et en configuration innovante ou "ouverte" (B)

Résultats

Le Score Bilatéral était significativement inférieur à 100% en CF ($91.3 \pm 11.9\%$; $p=0.01$) mais ne différait statistiquement pas de 100 % en CO ($103.9 \pm 7.5\%$; $p=0.07$). Le score en CF était également significativement plus faible qu'en CO ($p=0.001$). Le moment unilatéral en CF était plus élevé que le moment bilatéral en CF et également plus élevé que les moments en CO ($p<0.001$) (Figure 2). L'activité EMG des muscles agonistes ne différait pas significativement entre les 2 configurations ($p>0.05$).

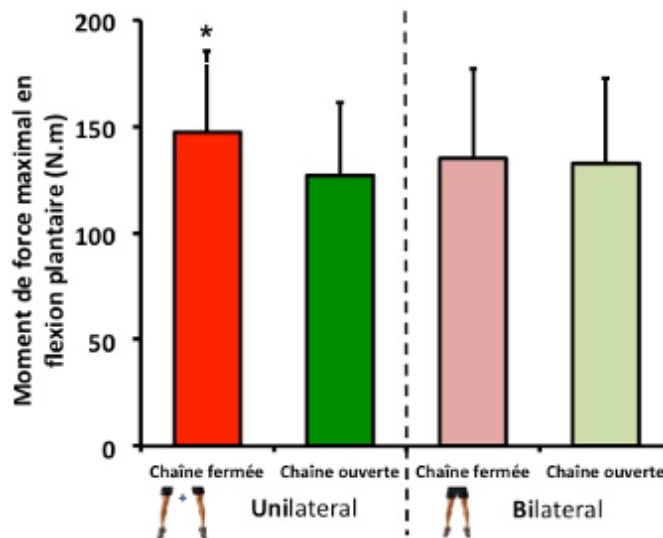


Figure 2. Moment de force maximal en flexion plantaire
* valeur significativement différente des autres valeurs

Discussion

Alors qu'un déficit bilatéral de force a été mis en évidence en CF, ce n'était pas le cas en CO. En CF, le moment unilatéral était plus élevé qu'en CO : l'activité EMG ne différait pas entre les 2 configurations expérimentales (CF vs CO), cette augmentation serait due à un moment de force additionnel généré par d'autres muscles que ceux impliqués dans la flexion plantaire (ex. : extenseurs du tronc). Cette étude semble donc montrer qu'en CF des ajustements posturaux peuvent significativement influencer la mesure du moment de force isométrique en condition unilatérale, contribuant ainsi à l'observation d'un déficit bilatéral de force.

Conclusion

Bien que la littérature ait suggéré des mécanismes nerveux afin d'expliquer les origines du déficit bilatéral de force, les présentes données semblent montrer que ce phénomène, en ce qui concerne les fléchisseurs plantaires, serait essentiellement dû au dispositif expérimental utilisé. Les prochaines études portant sur le déficit bilatéral devraient prendre en considération les potentiels ajustements posturaux.

Références

- Howard, J. D., & Enoka, R. M. (1991). Maximum bilateral contractions are modified by neurally mediated interlimb effects. *Journal of Applied Physiology* (1985), 70(1), 306–316.
- Jakobi, J. M., & Chilibeck, P. D. (2001). Bilateral and unilateral contractions: possible differences in maximal voluntary force. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 26(1), 12–33.
- Oda, S. (1997). Motor control for bilateral muscular contractions in humans. *The Japanese Journal of Physiology*, 47(6):487-498.

Interactions faisceaux-tendon lors de tâches mono et pluri-segmentaires

Hugo Hauraix¹, Antoine Nordez¹ Giuseppe Rabita², Gaël Guilhem² et Sylvain Dorel¹

¹ Laboratoire « Motricité, Interactions, Performance » (EA 4334), Université de Nantes, France.

² Institut National du Sport, de l'Expertise et de la Performance (INSEP), Département Recherche, Laboratoire Sport, Expertise et Performance, Paris, France.

hugo.hauraix@univ-nantes.fr

Introduction

L'étude des interactions faisceaux-tendon (appréhendée par l'échographie) a permis de mettre en évidence une participation non négligeable des structures tendineuses liée à leurs propriétés viscoélastiques, même lors de contractions concentriques maximales mono-segmentaires (Hauraix, Nordez & Dorel, 2013). Lors d'une tâche de saut vertical pour laquelle les vitesses articulaires de la cheville peuvent atteindre des valeurs très élevées (environ $700^{\circ} \cdot s^{-1}$) Kurokawa, Fukunaga & Fukashiro (2001) ont mis en évidence que ces vitesses extrêmes étaient principalement à mettre en relation avec le raccourcissement très rapide des tissus tendineux à la fin du mouvement (i.e., phénomène de stockage-restitution). Pour autant même si la vitesse de raccourcissement des faisceaux musculaires est plus faible il n'est pas clairement établi à quel niveau de vitesse les faisceaux musculaires se raccourcissent lors du saut au regard de leur capacité de vitesse maximale mesurée lors d'une tâche mono-segmentaire. De plus, les contributions relatives des différents composants du complexe muscle-tendon des muscles extenseurs du genou restent à investiguer alors même qu'ils produisent une part prépondérante de la puissance totale lors de cette tâche et que leur comportement global est nécessairement simplifié par leur caractéristique mono-articulaire. Les buts de cette étude étaient de *i*) mesurer *in vivo* le comportement des faisceaux musculaires du gastrocnémien médial (GM) et du vaste latéral (VL) lors d'une tâche de saut vertical (i.e., squat jump) et *ii*) d'interpréter ces comportements au regard des valeurs mesurées lors de contractions maximales mono-segmentaires réalisées à des vitesses élevées. Nous émettons l'hypothèse que le comportement des éléments du complexe muscle-tendon sera différent : *i*) au cours de la tâche mono-segmentaire et de la tâche de saut vertical, et *ii*) entre les muscles VL et GM.

Méthode

Les fléchisseurs plantaires et les extenseurs du genou de quinze sujets sportifs ont été testés sur un ergomètre mono-segmentaire (Con-trex, CMV AG, Dübendorf, Switzerland) à une vitesse isocinétique classiquement utilisée dans la littérature ($300/450^{\circ} \cdot s^{-1}$ pour l'articulation du genou et de la cheville) et lors d'une condition isoinertielle sans charge additionnelle. Une tâche explosive de saut vertical (SJ) a été réalisée à poids de corps. Au cours des évaluations mono et plurisegmentaires, les longueurs des faisceaux musculaires du GM et du VL ont été mesurées simultanément grâce à l'utilisation de deux échographes ultrarapides (Aixplorer, Supersonic Imagine, Aix en Provence, France). Un système d'analyse du mouvement (Vicon Motion System Ltd, Oxford, UK) a permis de mesurer les angles articulaires de la cheville et du genou lors du saut vertical. L'utilisation de modèles anthropométriques nous a permis de calculer la longueur du complexe muscle-tendon au cours des différentes contractions. La longueur des tissus tendineux correspondait à la soustraction de la projection horizontale des faisceaux musculaires par rapport à la longueur du complexe muscle-tendon (Hauraix et al., 2013). Les longueurs de chacun de ces éléments ont été dérivées afin d'obtenir leurs vitesses de raccourcissement ou d'allongement.

Résultats et discussion

Bien que les deux conditions testées correspondent à des contractions dites concentriques, les comportements des différents éléments (i.e., complexe muscle-tendon, faisceaux musculaires, tissus tendineux) étaient très différents entre la tâche mono-segmentaire et le SJ (figure 1). En effet, nous pouvons dissocier deux phases lors du SJ. Tout d'abord, une première phase de raccourcissement

des faisceaux musculaires (figure 1 A-2, B-2) qui engendre un allongement des structures tendineuses (figure 1 A-3, B-3) quel que soit le muscle considéré. Dans une seconde phase, ces structures tendineuses restituent l'énergie accumulée lors de la première phase. Ce phénomène correspond à un « effet catapulte », qui permet ainsi de réduire la vitesse de raccourcissement des faisceaux musculaires et par conséquent d'augmenter la force produite par ces derniers (i.e., relation force-vitesse). Les muscles GM et VL, bien que différents en termes d'architecture, de propriétés mécaniques et rôles fonctionnels, semblent se comporter de manière relativement similaire. Il est toutefois important de noter que la participation des faisceaux musculaires dans le raccourcissement du complexe muscle-tendon du VL est plus importante que pour le GM (Figure 1 A-2, B-2). Le complexe muscle-tendon (figure 1 A-1, B-1) atteint des vitesses de raccourcissement plus importantes lors de la condition SJ par rapport à notre condition maximale de référence (condition isoinertielle sans charge additionnelle mono-segmentaire), et ce malgré une vitesse de raccourcissement des faisceaux musculaires toujours inférieure (figure 1 B-2). Les faisceaux musculaires sont donc sollicités à des niveaux éloignés de leur capacité de vitesse maximale. L'interaction entre les faisceaux et le tendon était différente entre la tâche pluri et mono segmentaire, avec une optimisation du stockage-restitution des structures tendineuses lors du SJ. Cette optimisation permet ainsi d'atteindre des vitesses articulaires très élevées malgré une vitesse de raccourcissement des faisceaux musculaires en deçà de leur vitesse maximale.

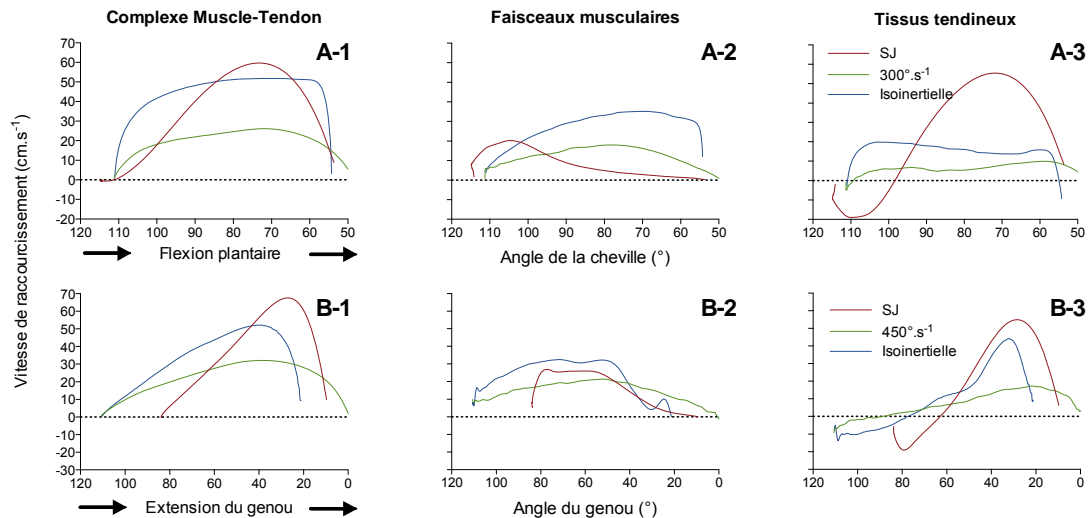


Figure 1. Évolutions moyennes ($n=15$) des vitesses de raccourcissement du complexe muscle-tendon (1), des faisceaux musculaires (2) et des tissus tendineux (3) du GM (A) et du VL (B) en fonction des angles articulaires de la cheville et du genou.

Trois conditions testées: saut vertical à poids de corps (rouge), à $300/450^{\circ}\cdot s^{-1}$ de vitesse isocinétique (vert) et lors d'une flexion plantaire/extension du genou libre (bleu).

Références

- Hauraix, H., Nordez, A. & Dorel, S. (2013). Shortening behavior of the different components of muscle-tendon unit during isokinetic plantar flexions. *J App Physiol*, *115*, 1015-24.
- Kurokawa, S., Fukunaga, T., & Fukashiro, S. (2001). Behavior of fascicles and tendinous structures of human gastrocnemius during vertical jumping. *J App Physiol*, *90*, 349-58.

Session Orale N°25

Sommeil, rythmes, activités physiques et santé

(Modérateur : Patrice Flore)

Les rythmes scolaires influencent l'activité physique chez l'adolescent : l'étude HELENA

Jérémy Vanhelst¹⁻², Laurent Béghin¹⁻², Alain Duhamel³, Stefaan De Henauw⁴, Denes Molnar⁵, Germán Vicente-Rodriguez⁶, Yannis Manios⁷, Kurt Widhalm⁸, Mathilde Kersting⁹, Angela Polito¹⁰, Luis A. Moreno⁶ et Frédéric Gottrand¹

¹ Inserm, LIRIC, UMR 995, Université de Lille, CHRU de Lille, ² CIC-PT-1403-INSERM-CH&U, University Hospital, Lille, France, ³ Department of Biostatistics, EA2694, UDSL, University Lille2, CHRU Lille, France, ⁴ Department of Movement and Sport Sciences, Ghent University, Ghent, Belgium, ⁵ Department of Pediatrics, Pécs University, Pécs, Hungary, ⁶ GENUUD (Growth, Exercise, Nutrition and Development) Research Group, Facultad de Ciencias de la Salud, Zaragoza University, Zaragoza, Spain, ⁷ Department of Nutrition and Dietetics, School of Health Science & Education, Harokopio University, Athens, Greece, ⁸ Department of Pediatrics, School of Medicine, Vienna University, Vienna, Austria, ⁹ Research Institute of Child Nutrition Dortmund, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Germany, ¹⁰ Agricultural Research Council - Research Center on Food and Nutrition - C.R.A. NUT (formerly INRAN), Roma, Italy
jeremy.vanhelst@chru-lille.fr

Introduction

L'activité physique (AP) est un déterminant important de la santé chez l'enfant et l'adolescent. L'adolescence est une période marquée par une baisse de l'AP (Olds et al., 2009). Les adolescents consacrent une part importante de leur temps à l'école, et donc intervenir dans le milieu scolaire peut offrir des possibilités pour les adolescents à être physiquement plus actifs. Cependant, à notre connaissance, aucune étude n'a examiné la relation entre les rythmes scolaires et les niveaux d'AP et les comportements sédentaires chez les adolescents. Le but de notre étude était donc d'évaluer la relation entre les rythmes scolaires et les profils d'AP d'adolescents européens.

Matériels & Méthodes

Cette étude ancillaire comprenait 2014 adolescents âgés de 12,5 à 17,5 ans, ayant participé à l'étude HELENA (www.helenastudy.com). Les données ont été recueillies dans 7 pays européens (France, Espagne, Autriche, Allemagne, Hongrie, Belgique, Italie et Grèce). Après information et consentement les adolescents étaient examinés (poids, taille, stade pubertaire...). L'analyse des emplois du temps des classes participantes ont permis de classer *a priori* les rythmes scolaires en deux groupes : léger (GL) et intense (GI) selon les critères suivant : (i) heures de début et de fin des cours; (ii) nombre d'heures d'enseignements par jour et par semaine; (iii) durée des récréations et des pauses déjeuner; (iv) nombre de jours d'école par semaine; et (v) temps total passé au sein de l'école. L'AP quotidienne a été mesurée par l'intermédiaire d'un accéléromètre uniaxial (ActiGraph, Pensacola, USA, FL). Les adolescents ont porté l'appareil durant une semaine complète. L'appareil était programmé pour cumuler des mesures de mouvements toutes les 15 secondes. L'analyse des profils d'AP a été réalisée à l'aide des points de coupe prédéterminés (Vanhelst, Béghin, Turck & Gottrand ; 2011). Les adolescents ont aussi répondu à un questionnaire sur leurs comportements sédentaires (nombre d'heures passées par jour devant la TV, l'ordinateur ou encore les jeux vidéo). Des analyses multivariées ont été réalisées pour étudier les relations entre les rythmes scolaires et l'AP, et les comportements sédentaires, prenant en compte différents facteurs (sexe, âge, IMC, stade pubertaire et niveau d'éducation des parents).

Résultats

Les adolescents du GI étaient significativement plus actifs au cours de la semaine que ceux du GL (Tableau 2). Pendant les jours d'école, le temps total passé en AP modérée et vigoureuse était significativement plus élevé pendant les heures de cours (enseignements globaux de la journée) et les récréations dans le GI. Avant et après les heures d'école, les adolescents du GL étaient plus actifs que ceux du GI. La figure 1 montre que plus le rythme scolaire était léger, plus le risque de comportements sédentaires était important.

Tableau 1. Caractéristiques des emplois du temps pour les 2 groupes de rythmes scolaires (médiane)

	Groupe léger (GL)	Groupe intense (GI)	P
Début des cours (h, AM)	8h15 [7.15; 8.30]	8h15 [7.15; 8.30]	---
Fin des cours (h, PM)	14h00 [12.00; 15.00]	16h20 [15.20; 17.40]	<0.0001
Durée des récréations (min/jr)	18 [10; 35]	37 [10; 1.08]	<0.0001
Temps passé à l'école par jour (h)	5h50 [4.00; 7.10]	7h58 [6.55; 9.55]	<0.0001
Temps passé à l'école par semaine (h)	25h25 [20.00; 35.50]	34h00 [27.40; 49.35]	<0.0001
Heures d'enseignement par jour (h)	5h15 [3.00; 6.00]	6h25 [5.45; 8.15]	<0.0001
Heures d'enseignement par semaine (h)	22h00 [15.00; 30.00]	26h30 [23.00; 41.15]	<0.0001
Nombre de classes avec moins de 5 jours d'école/semaine (%)	19 (31.7)	36 (81.8)	<0.0001

Tableau 2. Impact des rythmes scolaires sur l'AP à travers la semaine

	Group léger (GL) (N=1230)	Group intense (GI) (N=794)	P*
AP modérée et vigoureuse (min.jour⁻¹)			
Durant la semaine	50.8 ± 25.9	54.3 ± 26.0	<0.0001
Durant les jours de non école	42.0 ± 34.3	39.3 ± 31.5	0.18
Durant les jours d'école			
<i>Avant-après l'école</i>	35.8 ± 22.2	29.9 ± 20.6	<0.0001
<i>Durant les cours</i>	14.5 ± 9.8	19.1 ± 12.0	<0.0001
<i>Durant les recreations/pauses</i>	3.9 ± 4.0	9.8 ± 7.9	<0.0001

* Valeurs ajustées sur le sexe, l'âge, l'IMC, le stade pubertaire et le niveau d'éducation des parents

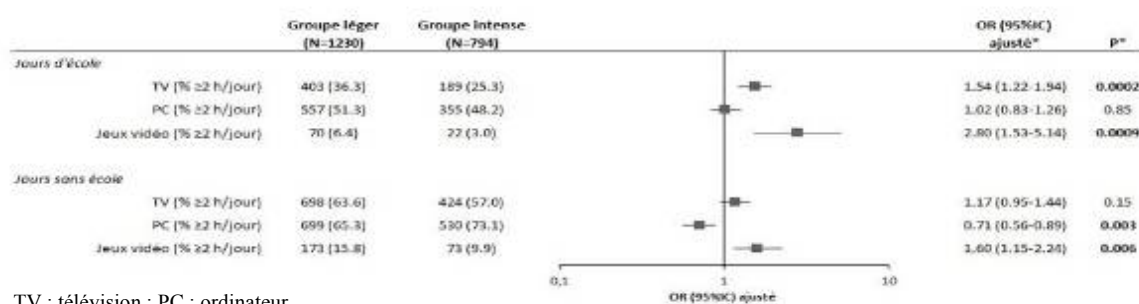


Figure 1. Impact des rythmes scolaires sur les comportements sédentaires au cours de la semaine

Conclusion

Les résultats de ce travail montrent une forte association positive entre le temps passé à l'école et l'AP chez l'adolescent. Nos résultats suggèrent que le temps scolaire est une bonne occasion pour les adolescents d'être physiquement actifs, en particulier pendant la récréation. Les comportements sédentaires ont été observés principalement durant les périodes périscolaires, suggérant que les programmes périscolaires peuvent être complémentaires et bénéfiques pour la promotion de l'AP. Les données obtenues à partir de cette étude contribuent à une meilleure compréhension des modèles d'AP chez les adolescents et peuvent aider les pouvoirs politiques à adapter les rythmes scolaires, en veillant à la préservation des temps de récréation pour la promotion de l'AP.

Références

- Olds, T., Wake, M., Patton, G., Ridley, K., Waters, E., Williams, J. & Hesketh, K. (2009). How do school-day activity patterns differ with age and gender across adolescence? *Journal of Adolescence Health*, 44(1), 64-72.
- Vanhelst, J., Béghin, L., Turck, D., Gottrand, F. (2010). New validated thresholds for various intensities of physical activity in adolescents using the Actigraph accelerometer. *International Journal of Rehabilitation Research*, 34(2), 175-177.

Caractéristiques de l'activité physique et du sommeil chez la jeune fille anorexique

Zunquin G¹, Verschelde A¹, Vignau J², Legroux I³, Cortet B³ et Theunynck D¹

¹ URePSSS, ULCO, Dunkerque

² Service d'addictologie, CHRU de Lille

³ Service de rhumatologie, CHRU de Lille

gautier.zunquin@univ-littoral.fr

Introduction

L'anorexie mentale (AM) est considérée comme une affection psychiatrique caractérisée par une réduction majeure des apports alimentaires, une hyperactivité physique et une recherche obsessionnelle de minceur (Fitzpatrick KK et Lock J., 2011). Les patientes ayant un trouble des conduites alimentaires de type anorexie et/ou boulimie se plaignent souvent d'insomnie (Kim KR *et al*, 2010). Les études polysomnographiques qui se sont intéressées au sommeil sont anciennes et peu nombreuses. L'impact de l'activité physique et du sommeil sont importants dans de nombreuses situations pathologiques ou normales (Balbo *et al*, 2010). L'activité physique a de tout temps été reconnue comme un signe saillant de l'anorexie mentale, l'hyperactivité étant l'un des premiers signes à apparaître dans l'anorexie mentale, certains chercheurs ont suggéré de le considérer comme l'un des signes primaires de la maladie.

L'exercice physique excessif est présent dans l'anorexie mentale avec une fréquence estimée entre 40 et 80 % et est associé à un pronostic plus péjoratif en termes de fréquence des problèmes physiques, de besoins énergétiques lors de la reprise de poids, d'évolution clinique globale, de durée d'hospitalisation, de fréquence des rechutes et d'intensité de la symptomatologie psychopathologique. Cependant, l'aspect quantitatif de l'activité physique n'a été approché dans les études cliniques chez les patients TCA que de façon indirecte par des mesures subjectives (questionnaires). Or, ces questionnaires ne permettent que de repérer des excès relativement grossiers mais captent plus difficilement d'autres formes d'excès retrouvées chez les patients avec TCA (telles qu'une hyperactivité informelle et intégrée au quotidien. Pour cela, il est plus pertinent d'évaluer l'activité physique à partir de mesures mécaniques des mouvements, à savoir, l'accélérométrie. L'objectif est d'analyser de manière objective l'activité physique quotidienne et le sommeil de jeunes filles anorexiques (18-25 ans).

Matériel et méthodes

Les niveaux d'activité physique et durée de sommeil ont été évalués à partir de mesures accélérométriques (GT3-X, Actisleep ;The Actigraph). Nous avons comparées les données accélérométriques aux données déclaratives (questionnaire GPAQ, OMS ; questionnaire réseau MORPHEE sommeil). L'activité physique est séparée en trois catégories (modérée MPA, vigoureuse VPA et modérée à vigoureuse (MVPA).

Résultats

Activité physique	GT3-X	GPAQ	p
MPA (moyenne intensité ; min/jour)	95,6±72,5	50±30	0,02
VPA (vigoureuse ; min/jour)	2,1±7	10±10	0,023
MVPA (association ; min/jour)	99,8± 81,3	53±75	0,019

Sommeil	Actisleep	agenda	p
Temps de sommeil	449.3±50,2	480 ± 32	0,043
Durée de l'éveil	55,75± 18,9	139,6± 30,2	0,034
Activité physique LIGHT	41,25± 16,6	N/A	N/A
MPA (moyenne intensité ; min/nuit)	13,82±8,8	N/A	N/A
VPA (vigoureuse ; min/nuit)	0,68 ±2	N/A	N/A

Données présentées en moyenne ± écart type

Discussion et conclusion

Les niveaux d'activité physique évalués par accélérométrie sont significativement supérieurs à ceux mesurés à partir du questionnaire GPAQ. Ces résultats sont en accord avec ceux d'Alberti *et al*, (2013) qui ont également comparé des données d'activités physiques objectives (Actiheart[®]) à des données subjectives (IPAQ). D'autre part, les patientes anorexiques passent beaucoup plus de temps dans des activités sédentaires ($510 \pm 184,4$ min/ jour) et légères ($352 \pm 144,7$ min/jour) que dans des activités qualifiées de modérées et vigoureuses ce qui confirme également les travaux d'Alberti et coll (2012). De plus, les temps passés dans les MVPA par les patientes anorexiques de notre étude sont similaires à l'étude menée par Bratland-Sanda *et al*, (MVPA, 99,8 vs 93 min/jour). Cependant, les données de notre étude sont difficiles à comparer à celles existantes car différents paramètres diffèrent : les conditions d'évaluation (patientes hospitalisées, ambulatoire et conditions normales de vie), les méthodes d'évaluation (subjective ou objective), les durées d'évaluation (2 à 7 jours) et les tailles de l'échantillon (6 à 36 patientes).

Les données concernant le sommeil montre que les jeunes femmes anorexiques ont tendance à surévaluer leur durée de sommeil ainsi que leurs temps d'éveil durant la nuit ($p = 0,043$). Le plus surprenant dans cette étude est que les jeunes filles anorexiques ont une activité physique modérée nocturne assez importante ($13,82 \pm 8,8$ min/nuite) voire même parfois intense pour certaines.

Cliniquement, certains sujets paraissent être davantage plus actifs que d'autres. L'étude doit être donc poursuivie pour notamment essayer de définir des seuils d'activité physique pouvant correspondre à une hyperactivité physique. Les données sur le sommeil montrent que les patientes anorexiques peuvent présenter une activité physique nocturne assez importante.

Cette étude présente quelques limites comme l'absence de groupe témoin et l'absence d'un suivi longitudinal des patientes. D'autre part, le GPAQ est un questionnaire développé par l'OMS reliant le niveau d'activité physique à la santé des populations. Ce type de questionnaire n'est probablement pas le meilleur questionnaire à utiliser dans ce type de population car les patientes anorexiques utilisent d'une manière inappropriée l'activité physique pour contrôler leur image corporelle et leur poids. L'utilisation du **GLTEQ**- Godin Leisure Time Exercise Questionnaire pourrait être une alternative. En effet, ce questionnaire validé est couramment utilisé dans la littérature pour les jeunes adultes et adultes. A l'origine cette échelle questionnait les enfants sur les 7 jours de la semaine.

Références

- Alberti M, Galvani C, El Ghoch M, Capelli C, Lanza M, Calugi S, Dalle Grave R. (2013) Assessment of physical activity in anorexia nervosa and treatment outcome. *Med Sci Sports Exerc.* Sep;45(9):1643-8.
- Balbo M, Leproult R, Van Cauter E. (2010) Impact of sleep and its disturbances on hypothalamo-pituitary-adrenal axis activity. *Int J Endocrinol.* 2010:759234. Epub 2010 Jun 9
- Bratland-Sanda S, Sundgot-Borgen J, Ro O, Rosenvinge JH, Hoffart A, Martinsen EW. (2010) Physical activity and exercise dependence during inpatient treatment of longstanding eating disorders: an exploratory study of excessive and non-excessive exercisers. *Int J Eat Disord.* 43(3):266-73
- Fitzpatrick KK, Lock J. Anorexia nervosa. *Clin Evid (Online).* 2011 Apr 11;2011. pii: 1011
- Kim KR, Jung YC, Shin MY, Namkoong K, Kim JK, Lee JH. (2010) Sleep disturbance in women with eating disorder: prevalence and clinical characteristics. *Psychiatry Res.* 1:88-9

Effet du type d'exercice physique sur la vigilance et le sommeil

N Bessot^{1,2}, F Bertran³, D Davenne^{1,2}, OC Koumar^{1,2}, L Lamnabhi², A Langeard^{1,2}, E Leprince², Q Mancel², J Perrier⁴, JN Prevost³ et B Sesboué^{1,3}.

¹ INSERM, U1075 COMETE, Caen, 14032, France

² Université de Caen Basse-Normandie, U1075 COMETE, Caen, 14032, France

³ CHU de Caen, service des explorations fonctionnelles, Caen, 14000, France

⁴ Department of Sleep and Cognition, NIN, KNAW, Amsterdam, Pays Bas.

Nicolas.bessot@unicaen.fr

Introduction

L'endormissement est lié au rythme circadien de la température corporelle. Il coïncide généralement avec le taux maximal de baisse de la température centrale. Cette chute est en grande partie due à l'augmentation du flux sanguin au niveau périphérique qui engendre la perte de chaleur. Des études ont rapporté qu'une augmentation passive de la température périphérique permettait de réduire la latence d'endormissement (Horne and Shackell, 1987). L'exercice physique pourrait être un autre moyen de provoquer une augmentation de la température périphérique et ainsi stimuler l'endormissement et provoquer un état d'hypovigilance. Plusieurs études ont évalué les effets de l'exercice physique aigu sur la vigilance durant une privation de sommeil. Certains d'entre eux ont signalé une amélioration du niveaux de vigilance (Sato et al., 2010) alors que d'autres observent l'inverse (Scott et al., 2006). Nous supposons l'existence d'une concurrence entre l'effet somnolent de l'exercice (en raison notamment de la réponse thermorégulatrice) et son effet éveillant. Cet effet éveillant de l'exercice pourrait être dû à la réponse hormonale à l'exercice. Durant l'exercice, les concentrations plasmatiques de catécholamines (noradrénaline, adrénaline et dopamine), augmentent. Toutefois, la réponse hormonale à l'effort diffère selon le type d'exercices. Par exemple le niveau de cortisol est supérieur à la fin d'un exercice anaérobie comparativement à un exercice à dominante aérobie. L'objectif de cette étude est de comparer les effets de deux types d'exercices physiques induisant une dépense énergétique identique (aérobie/anaérobie) sur le niveau de vigilance durant la période thermorégulatrice post exercice ainsi que sur les paramètres du sommeil de la nuit subséquente.

Méthodes

Dix-neuf sujets (15 hommes, 4 femmes) ont participé à l'étude (âge : 20.9 ± 1.7 ans ; taille : 176 ± 7 cm ; masse : 69 ± 10 kg ; activité physique : 9.3 ± 5.6 h/semaine). Les femmes prenaient une pilule contraceptive est ne participaient pas à l'expérimentation durant la période des menstruations.

Table 1 : description détaillée des deux types d'exercice proposés

	Exercice anaérobie	Exercice aérobie
Fréquence de pédalage (rev.min ⁻¹)	60	60
Vitesse de la roue (rad/s)	23.33	23.33
Frein (N)	$1 \times$ masse du sujet (kg)	Ajusté automatiquement
Couple de freinage (N.m)	$0.253 \times$ masse du sujet (kg)	Ajusté automatiquement
Durée d'exercice (s)	360 (5 sec, 72 fois)	1800
Période de repos (s)	1440 (20 sec, 72 fois)	0
Moment d'inertie de la roue (kg.m ²)	0.94	inconnu
Accélération moyenne (rad/s ²)	1.256	≈ 0
Puissance pour vaincre l'inertie (W)	27.54	≈ 0
Puissance d'exercice (W)	$5.89 \times$ masse du sujet (kg) + 27.54	$1.18 \times$ masse du sujet (kg) + 5.51
Travail total (J)	$2122 \times$ masse du sujet (kg) + 9915	$2122 \times$ masse du sujet (kg) + 9915
Temps total (min)	30	30

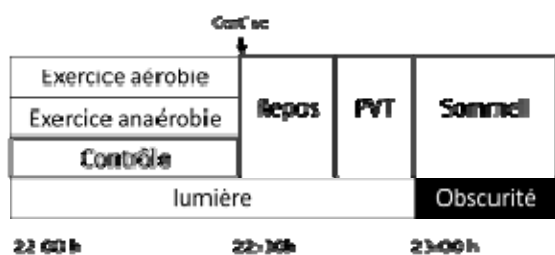


Figure 1. Schéma de la procédure expérimentale.

L'expérience (cf. Figure 1) comportait trois conditions d'exercice contrebalancées ; 2 exercices physiques (cf. tableau 1) et une condition contrôle. Après avoir installé le matériel de polysomnographie et de mesure de température cutanée (abducteur des pouces, nombril et clavicule gauche), les sujets effectuaient un exercice physique (anaérobie, aérobie) ou se reposaient pendant 30 minutes. Un échantillon de salive était prélevé à la

suite de l'exercice afin de doser le cortisol. Puis un test d'évaluation de la vigilance (Psychomotor Vigilance Test - PVT) était effectué. A 23h00, il était demandé aux participants de dormir.

Résultats

Le taux de cortisol salivaire en fin d'exercice est significativement plus élevé en condition aérobie (27% et 25% supérieure à la condition contrôle et anaérobie). Le gradient proximal-distal de la température cutanée durant les 30 premières minutes de la nuit est plus importants en condition contrôle comparativement aux deux autres conditions (+3.4°C). Le temps de réaction moyen au PVT est plus long (+ 10.7 ms) en condition aérobie par rapport à la condition anaérobie. Comparativement à la condition contrôle, la latence d'endormissement augmente de 9.6 minutes en condition aérobie et tend à augmenter en condition anaérobie ($p=0.084$). Les caractéristiques des stades de sommeil, le temps total de sommeil et l'efficacité du sommeil ne diffèrent pas entre les trois conditions testées.

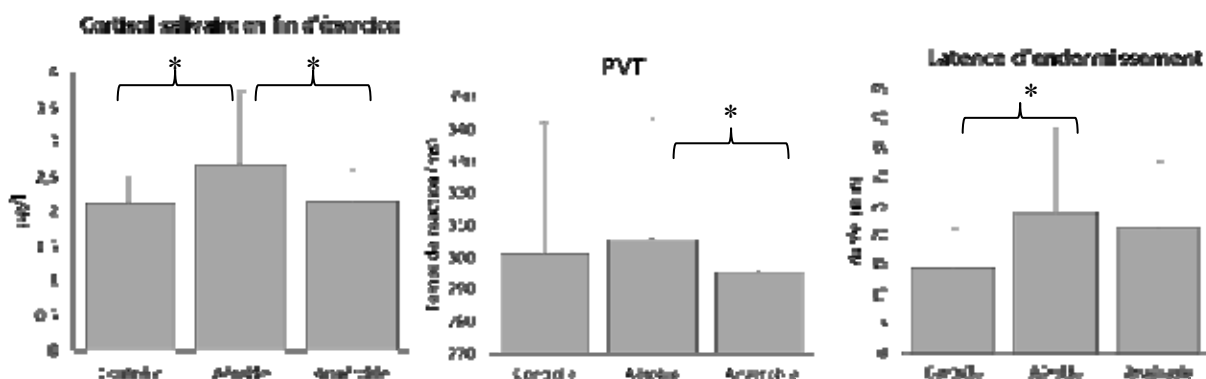


Figure 2. Effet du type d'exercice sur le niveau de cortisol, le temps de réaction moyen au cours du PVT et la latence d'endormissement (* : $p<0,05$)

Discussion

Nos résultats indiquent que l'exercice aérobie diminue la performance à un test de vigilance (PVT) tout en entraînant une réponse hormonale que l'on pourrait qualifier de « stimulante ». L'exercice aérobie, dans notre étude, semble donc entraîner une réponse physiologique trop stimulante qui interférerait avec le niveau de vigilance. Un gradient proximo-distal plus élevé est généralement en lien avec une plus grande difficulté à s'endormir. Bien que l'exercice physique permette de diminuer le gradient proximal distal de température, il a un effet délétère sur la latence d'endormissement.

References

- Horne, JA & Shackell, BS. (1987). Slow wave sleep elevations after body heating: proximity to sleep and effects of aspirin. *Sleep*, 10(4), 383–392.
- Sato, T. Kubo, T. Ebara, T. Takeyama, H. Inoue, T. Iwanishi, M. Tachi, N. Itani, T. & Kamijima, M. (2010). Brief hourly exercise during night work can help maintain workers' performance. *Industrial Health*, 48(4), 470-477.
- Scott, JP. McNaughton, LR. & Polman, RC. (2006). Effects of sleep deprivation and exercise on cognitive, motor performance and mood. *Physiology & Behavior*, 87(2), 396-408.

Effet d'un programme de douze semaines d'activité physique sur le sommeil des étudiantes : le programme UNIVERSANTE

Rémy Hurdiel¹, Timothée Watier¹, Thierry Pezé¹ et Denis Theunynck¹

¹ Laboratoire « Unité de Recherche Pluridisciplinaire Sport, Santé, Société » (EA 4488_E1),
Université du Littoral Côte d'Opale, Dunkerque

remy.hurdiel@orange.fr

Introduction

Le manque de sommeil est en général connu pour affecter négativement la santé (Chennaoui et al. 2014). Ses effets, apparaissent tant au niveau physiologique que psychologique. Les troubles du sommeil se retrouvent dans la population indépendamment du sexe et de l'âge, même si les femmes semblent être plus touchées que les hommes. Chez les étudiants, les troubles du sommeil ont été mis en relation avec une augmentation des comportements à risque pour la santé et une baisse des performances académiques. D'autre part, selon l'OMS, pour retirer des bénéfices sur le plan de la santé, les personnes de 18 à 64 ans devraient pratiquer une combinaison d'activités physiques d'intensité modérée et soutenue de 150 minutes par semaine. Toutefois, les liens entre la pratique régulière d'activité physique et le sommeil ne sont pas clairs dans la littérature (Youngstedt et al., 2003). Par conséquent, l'objectif de notre étude était d'améliorer le sommeil chez des étudiants sédentaires et ayant un «mauvais sommeil».

Matériel et méthode

Dix neuf volontaires, toutes des femmes ont pris part au protocole et ont été séparées aléatoirement en un groupe Test (TEST) et un groupe Contrôle (CONT). Les critères d'inclusion dans l'étude, étaient d'avoir un index de qualité de sommeil (déterminé par le Pittsburg Sleep Quality Index - PSQI) supérieur à 5, un temps de sommeil déclaré inférieur ou égal à 7 heures, une latence d'endormissement supérieure ou égale à 30 minutes, être sédentaire (déterminé par le Global physical activity questionnaire - GPAQ), et être âgée de 18 à 24 ans.

Durant douze semaines, le groupe Test a pratiqué des activités physiques encadrées de 1h30, deux fois par semaine, correspondant aux recommandations de l'OMS, alors que le groupe contrôle n'a reçu aucune intervention. L'intensité de l'activité physique a été contrôlée par cardiofréquencemètre (Polar, RS400, Finland) selon les recommandations de Norton (2010) qui donne des fréquences cardiaques cibles en fonction de la catégorie d'intensité (modérée ou vigoureuse) visée.

La qualité et la quantité du sommeil ont été mesurées au début et à la fin du protocole pour les deux groupes conjointement par actimètres Actisleep (ActiGraph, Florida, USA) et par agendas de sommeil. Le questionnaire GPAQ et le questionnaire de Pittsburg (PSQI) ont été administrés une nouvelle fois aux deux groupes aux semaines 6 (Intermédiaire) et 12 (Fin).

Résultats

En fin de protocole, l'analyse révèle que les activités physiques intenses et modérées du groupe CONT sont significativement plus faibles que celles de TEST (respectivement $p \leq 0,001$ et $p=0,01$). Les préconisations hebdomadaires de l'OMS concernant la quantité et l'intensité d'activité physique, ont été atteintes par le groupe Test mais pas pour le groupe Contrôle.

Illustré par la Figure 1, le score du PSQI de CONT ($8,44 \pm 2,7$) est significativement différent de celui de TEST ($5,8 \pm 1,8$; $p= 0,016$) dès le milieu de protocole jusqu'en fin de protocole (CONT : $8,6 \pm 2,9$; TEST : $4,8 \pm 1,9$; $p= 0,001$). Le score du PSQI de TEST a baissé significativement, à la fois, entre le début et le milieu du protocole ($p= 0,001$) et entre le début et la fin de celui-ci ($p \leq 0,001$). Le groupe TEST atteint le niveau de « bon dormeur » ($PSQI \leq 5$). La latence d'endormissement (Composante 2 du PSQI) du groupe TEST est devenue meilleure dès le milieu du protocole ($p=0,04$) et jusqu'à la fin ($p < 0,001$).

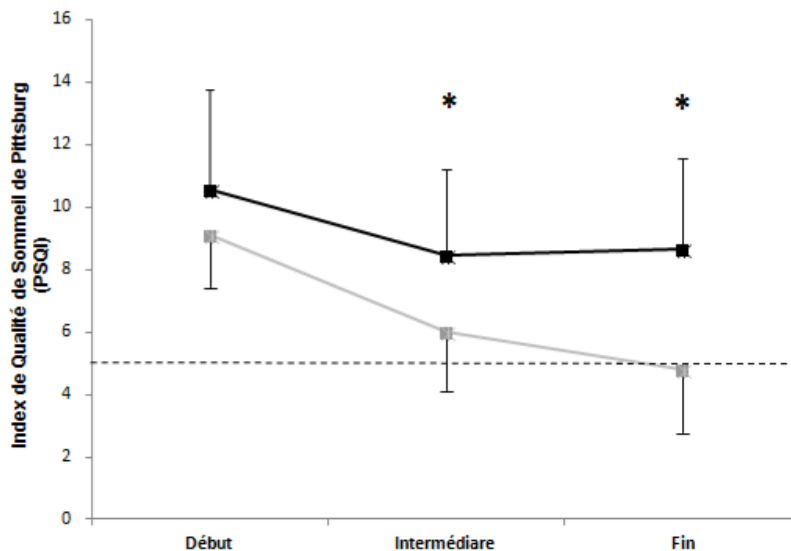


Figure 1. Index de qualité de sommeil de Pittsburgh (PSQI) au début du protocole, au milieu (Intermédiaire) ainsi qu'à la fin. Le score du PSQI du groupe TEST est illustré par les carrés gris et celui du groupe CONT par les carrés noirs. Le score PSQI moyen du groupe TEST en fin de protocole est en dessous de 5. Les valeurs du PSQI entre le groupe TEST et le groupe CONT sont significativement différentes pour les évaluations intermédiaires ($p=0,01$) et de Fin de protocole ($p\leq 0,001$).

Déterminé par actimètre, les Temps de Sommeil Total (TST) de CONT et de TEST n'ont pas changé significativement entre le début et la fin du protocole. Le TST de CONT ($460 \pm 38,2$ min) est toutefois plus faible que celui de TEST (486 ± 33 min) en fin du protocole, mais ce changement n'est pas significatif ($p=0,06$). Contrairement à CONT, le temps d'éveil nocturne de TEST a baissé significativement entre le début et la fin du protocole ($p=0,03$) et l'efficacité du sommeil (TST / Temps d'éveil nocturne x 100) s'est révélée meilleure ($p=0,05$).

Discussion et Conclusion

Les résultats de cette étude montrent que l'activité physique selon les recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé favorise le sommeil d'étudiantes âgées de 18 à 24 ans. Contrairement au groupe Contrôle, le groupe Test est passé en dessous du seuil du « mauvais sommeil » ($PSQI \leq 5$) tel que défini par Buysse et al. (1988). De plus, les résultats de ce même groupe montrent une diminution du temps de latence d'endormissement, une meilleure efficacité du sommeil et une augmentation du temps de sommeil. L'amélioration de la qualité et de la quantité de sommeil étant un des leviers pour favoriser la réussite universitaire, la pratique d'une activité physique régulière semble pouvoir devenir une habitude de vie saine favorable pour les étudiants.

Références

- Buysse D, Reynolds III C, Monk T, Breman S, Kupfer D (1988). The Pittsburgh Sleep Quality Index : A new instrument for psychiatric practice and research. *Psychiatry Research*, 28, 193-213.
- Chennaoui M, Arnal PJ, Sauvet F, Leger D (2015). Sleep and exercise: A reciprocal issue? *Sleep Medicine Reviews*, 20, 59-72.
- Norton K, Norton L, Sadgrove D (2010). Position statement on physical activity and exercise intensity terminology. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13, 496-502.
- Youngstedt SD, Perlis ML, O'Brien PM, Palmer CR, Smith MT, Orff HJ, Kripke DF (2003). No association of sleep with total daily physical activity in normal sleepers. *Physiology & Behavior*, 78(3), 395-401.

Session Orale N°26

Nutrition - Récupération

(Modérateur : Benoît Dugué)

The relationship between blood flow and post-exercise recovery: a randomized, placebo-controlled study

Rachel Borne¹, Christophe Hausswirth¹ et François Bieuzen¹

¹: Laboratoire « Sport, Expertise et Performance » (EA 7370), Département de la Recherche, Institut National du Sport, de l'Expertise et de la Performance (INSEP)

rachel.borne@insep.fr

Introduction

Competitive sport requires athletes to complete multiple bouts of high-intensity exercise with limited rest periods, which are not sufficient for full recovery. It appears therefore necessary to assist, with adequate recovery strategy, in restoration of physiological systems to a pre-exercise state in preparation for subsequent exercise. The aim of this study was to investigate the effect of different blood flow levels, applied for the entire duration of a short-term period, between two bouts of high-intensity exercise.

Methods

33 trained athletes completed 2 multiple 30 s Wingate test sessions, 3 x 30 s WAnT (WAnT 1-3) and 1 x 30 s WAnT (WAnT 4), on a cycling ergometer. Tests were separated by a randomly assigned 24 min recovery intervention consisting in either: neuromuscular electrical stimulation-induced blood flow (NMES, Veinoplus Sport[®], Paris, France), placebo stimulation (PBES), passive rest (PAS) or blood flow restriction (BFR).

Performance values were obtained from peak power and mean power indices, during WAnT 1 and WAnT 4. Total blood flow, in the lower leg was measure at baseline and every minute during the recovery period, by using venous occlusion plethysmography. Blood lactate concentration was measure eight times during the recovery period, by analysis of capillary finger samples. Subjects were asked to evaluate the efficacy and well being of recovery through the use of a visual analogue scale.

The relationships between the change in performance and the change in blood flow were assessed by analysis of individual response. For each individual, the difference in response to a given variable was calculated as a percentage of the individual response during the first Wingate (WAnT 1) for performance mean power and peak power, and at rest, before the testing session, for blood flow. A Pearson's product-moment correlation analysis was used to examine the relationship between the change in performance mean or peak power and the change in blood flow. A two-way (recovery x time) repeated measures analysis of variance (ANOVA) was used to examine differences in dependent variables (i.e. blood lactate and recovery perception) between recovery intervention means, at each time point. If a significant main effect was observed, pairwise comparisons were conducted using Tukey post-hoc analysis.

Results

The relationships between the alterations to blood flow and the change in mean power (A) and peak power output (B) are presented in figure 1. A *large* ($r = 0.68$ (90% CL 0.42; 0.83)), and a *very large* ($r = 0.72$ (90% CL 0.49; 0.86)) positive correlation was observed between the alterations to blood flow and the change in mean power and peak power output, respectively, following the recovery interventions. Post-hoc analyses revealed the main effect on the blood lactate concentration to be time ($F_{7,21} = 616.26$, $P < 0.001$), however no effect due to a specific recovery method was noted ($F_{3,27} = 1.02$, $P = 0.40$), nor was a recovery type x time interaction observed ($F_{7,21} = 0.99$, $P = 0.48$). The between-group differences in mean perceived recovery at the end of the recovery period revealed no significant difference between the four recovery interventions based on the scores awarded by participants on the two visual scales ($P > 0.05$).

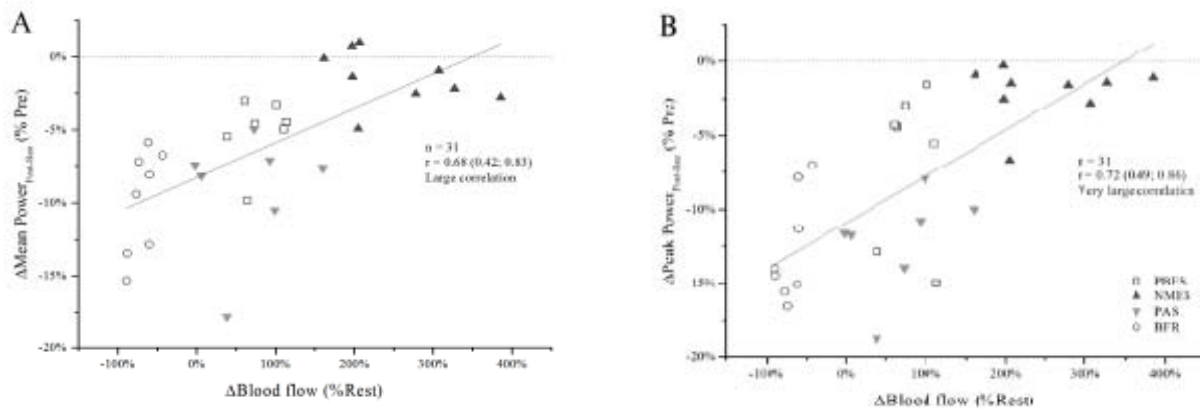


Figure 1. Relationship between the change in Mean Power Post-Rec (A) and Peak Power Post-Rec (B) and the change in blood flow following either blood flow restriction (BFR, ○), passive (PAS, ▼), placebo (PBES, □) and neuromuscular electrostimulation induced blood flow (NMES, ▲) recovery interventions.

Conclusion

This study demonstrates that NMES induced blood flow corresponded to the most effective recovery intervention in restoring high-intensity cycling performance as compared with placebo, passive and blood flow restriction recoveries. However we cannot explain the clear benefit observed on performance through acceleration of blood lactate concentration clearance. Since the quadriceps are heavily involved in this exercise protocol, applying electrodes on the calf muscles could have induced no effect on lactate oxidation of this large muscle group, and then limiting overall lactate clearance (Heyman et al., 2009; Neric et al., 2009; Bieuzen et al., 2014). Furthermore, by reporting no placebo effect of stimulation, on either performance or recovery perception, our study tends to indicate that the physiological role of NMES in recovery could be greater than the hypothesized psychological role.

References

- Bieuzen F, Borne R, Toussaint JF, and Hausswirth C. (2014). Positive effect of specific low-frequency electrical stimulation during short-term recovery on subsequent high-intensity exercise. *Appl Physiol Nutr Metab*, 39(2), 202-10.
- Heyman, E., DE Geus, B., Mertens, I., Meeusen, R. (2009). Effects of four recovery methods on repeated maximal rock climbing performance. *Med Sci Sports Exerc*, 41, 1303-1310.
- Neric FB, Beam WC, Brown LE, and Wiersma LD. (2012) Comparison of swim recovery and muscle stimulation on lactate removal after sprint swimming. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association*, 23(9), 2560-7.

L'ingestion de la mélatonine lors de la phase lutéale améliore les performances de courtes durées et la perception de l'effort chez des jeunes handballeuses d'élite

Omar Hammouda¹, Ahmed Graja², Kais Ghattassi², Nahla Boudina², Nizar Souissi² et Tarak Driss¹

¹CeRSM, E.A. 2931, UFR STAPS, Université Paris Ouest Nanterre, France

²Laboratoire "Optimisation de la performance sportive", CNMSS, Tunisie
hammouda.o@u-paris10.fr

Introduction

Le cycle menstruel (CM) est l'ensemble des phénomènes physiologiques survenant le plus souvent de façon périodique. Les changements hormonaux au cours du CM peuvent modifier l'utilisation des substrats au repos et au cours de l'exercice (Devries et al., 2006). Plus particulièrement, la relation entre le CM et la production de la mélatonine (MLT), hormone ayant de multiples bienfaits sur le métabolisme (Escames et al., 2012), a été largement étudiée et a montré des résultats contradictoires (Ronkainen et al., 1986). De même, il a été démontré que les concentrations nocturnes de MLT durant la phase lutéale (PL) demeurent faibles ou inchangées par rapport à la phase folliculaire (Shibui et al., 2000). Par ailleurs, les études antérieures ont montré des résultats contradictoires sur la variation des performances sportives lors de PL (Brutsaert et al., 2002). Sur le plan psychique, les valeurs les plus élevées des réponses au stress ont été obtenues lors de PL (Collins et al., 1985). Notre objectif était d'étudier l'effet de l'ingestion nocturne de MLT pendant PL sur les performances de courtes durées et les réponses cognitives chez des handballeuses d'élite.

Matériels et Méthodes

9 jeunes handballeuses de la sélection nationale Tunisienne (16,5±0,5 ans; 71±4 kg; 172± 4,7cm), ayant des CM réguliers et ne présentant pas des problèmes de sommeil ou de santé, ont participé volontairement à cette étude. La régularité du CM a été vérifiée par un entretien à propos des 3 mois précédant l'expérimentation, et l'utilisation du test urinaire d'ovulation. Les participantes ont réalisé deux sessions de tests avec 5 mg de MLT ou de placebo (PLA) ingérés, en double aveugle, lors de la PL. La batterie de tests physiques et cognitifs commence à 21h30 (30 min après l'administration de la MLT ou PLA) dans l'ordre suivant: indice de Hooper, test de vigilance, squat jump (SJ), contremouvement jump (CMJ), le Running Anaerobic Sprint Test (RAST) (6×35m de sprint avec 10" de récupération) et la perception de l'effort par la méthode RPE (juste après le RAST). Des mesures de la lactatémie ont été effectuées trois minutes après le RAST. Les valeurs sont exprimées sous forme de moyenne ± écart type. L'analyse des résultats a été réalisée à l'aide d'une ANOVA à deux facteurs (doses x sprints) pour des mesures répétées sur le deuxième facteur et un t-test de Student pour échantillons appariés pour les indices de Hooper, la lactatémie et RPE.

Résultats

L'analyse statistique a montré un effet non significatif des items de l'indice de Hooper (sommeil, stress, courbature, fatigue) lors de la session MLT en comparaison avec PLA. La vigilance des sujets n'a pas été altérée significativement par l'ingestion de MLT. De même, MLT n'a pas montré d'effet significatif sur les performances en SJ et CMJ ($p>0.05$) (Tableau1). De plus, les puissances enregistrées lors des quatre premiers sprints du RAST n'ont pas varié significativement, alors que celles enregistrées lors des 2 derniers sprints sont significativement plus élevées après l'ingestion de MLT ($F= 24,62$; $p<0.05$). En outre, il n'y a pas de différence significative de la lactatémie lors des deux conditions ($p>0.05$) alors que RPE a diminué significativement lors de la condition MLT.

Discussion

Nos principaux résultats montrent que l'ingestion nocturne de 5 mg de MLT n'altère pas les indices de Hooper et la vigilance. Cependant, l'ingestion diurne de MLT a diminué la vigilance subjective (Dollins et al., 1993). Il semble que l'ingestion de MLT en phase d'obscurité n'a pas d'effet sur les performances cognitives. Le SJ, CMJ et les premiers sprints du RAST demeurent inchangés. Ceci

suggère que 5 mg de MLT n'est pas susceptible d'améliorer les performances brèves et intenses.

Tableau 1. Évolution des performances physiques et cognitives, et de la lactatémie après ingestion de MLT ou PLA lors de la PL.
*: différence significative entre MLT et PLA (p<0,05)

Hooper's index (UA)	PLA	MLT
Sommeil	4,41±1,05	4,08±0,56
Stress	2,75±1,11	2,25±0,73
Courbature	4,25±0,61	4,33±1,11
Fatigue	4,5±1,02	4,5±1,17
Vigilance (UA)	55,83±4,8	53,08±4,08
Lactate (mmol.l⁻¹)	12,58±1,48	12,10±1,06
SJ (cm)	37,12±4,03	37,64±5,11
CMJ (cm)	45,23±6,23	46,16±4,34
RPE (UA)	6,08±1,13	4,54±0,93*

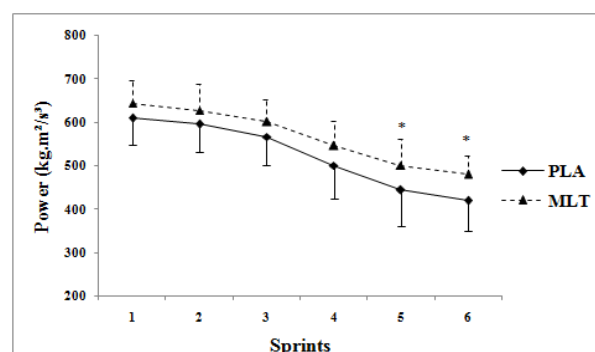


Figure 1. Evolution de la puissance développée (moyenne ± erreur standard) lors du RAST après ingestion de PLA ou de MLT. *: différence significative entre MLT et PLA (p<0,05).

Par ailleurs, la puissance enregistrée lors des 2 derniers sprints du RAST et la perception de l'effort sont améliorées avec la MLT. Ce résultat peut être expliqué par les effets antalgiques, anti-inflammatoires et antioxydants de la MLT (Escames et al., 2012). Il est également probable que l'ingestion de MLT ait amélioré la contribution de la filière aérobie assurant une récupération plus importante entre les sprints. La légère diminution de la lactatémie renvoie à la stimulation de la sécrétion duodénale du bicarbonate à travers les récepteurs MT2, accentuée par l'ingestion de la MLT (Markus et al., 2001). De Plus, l'ingestion de MLT avant l'exercice favoriserait l'épargne des réserves de glycogène en modifiant la structure des hydrates de carbone et l'utilisation des lipides tout en maintenant une glycémie constante (Sjöblom et al., 2001).

Les résultats de la présente étude suggèrent que l'ingestion aigüe de 5 mg de MLT 30 min avant l'épreuve contribue à améliorer la performance des derniers sprints du RAST et la perception de l'effort mais sans effet significatif sur les réponses cognitives.

Références

- Brutsaert, T.D., Spielvogel, H., Caceres, E., Araoz, M., Chatterton, R.T., Vitzthum, V.J. (2002). Effect of menstrual cycle phase on exercise performance of high-altitude native women at 3600 m. *Journal of Experimental Biology*. 205(Pt 2):233-9.
- Collins, A., Eneroth, P., Landgren, B.M. (1985). Psychoneuroendocrine stress responses and mood as related to the menstrual cycle. *Psychosomatic Medicine*. 47(6):512-27.
- Devries, M.C., Hamadeh, M.J., Phillips, S.M., Tarnopolsky, M.A. (2006). Menstrual cycle phase and sex influence muscle glycogen utilization and glucose turnover during moderate-intensity endurance exercise. *American Journal of Physiology and Regulatory Integrative and Comparative Physiology*. 291(4):R1120-8.
- Dollins, A.B., Lynch, H.J., Wurtman, R.J., Deng, M.H., Kischka, K.U., Gleason, R.E., Lieberman, H.R. (1993). Effect of pharmacological daytime doses of melatonin on human mood and performance. *Psychopharmacology (Berl)*. 112(4):490-6.
- Escames, G., Ozturk, G., Baño-Otálora, B., Pozo, M.J., Madrid, J.A., Reiter, R.J., Serrano, E., Concepción, M., Acuña-Castroviejo, D. (2012). Exercise and melatonin in humans: reciprocal benefits. *Journal of Pineal Research*. 52(1):1-11.
- Ronkainen, H., Vakkuri, O., Kauppila, A. (1986). Effects of physical exercise on the serum concentration of melatonin in female runners. *Acta Obst & Gynecol Scand*. 65(8):827-9.
- Shibui K, Uchiyama M, Okawa M, Kudo Y, Kim K, Liu X, Kamei Y, Hayakawa T, Akamatsu T, Ohta K, Ishibashi K. (2000). Diurnal fluctuation of sleep propensity and hormonal secretion across the menstrual cycle. *Biological Psychiatry*. 1;48(11):1062-8.
- Sjöblom, M., Jedstedt, G., & Flemström, G. (2001). Peripheral melatonin mediates neural stimulation of duodenal mucosal bicarbonate secretion. *Journal of Clinical Investigation*, 108(4), 625-633.

Effet d'une supplémentation en acides aminés ramifiés sur les altérations anatomiques, fonctionnelles et métaboliques associées aux dommages musculaires induits par un exercice d'électrostimulation neuromusculaire

Alexandre Fouré^{1,2}, Yann Le Fur¹, Guillaume Duhamel¹, Maxime Guye^{1,3}, David Bendahan¹ et Julien Gondin¹

¹Aix-Marseille Université, CNRS, CRMBM, UMR 7339, ²Siemens Healthcare, ³APHM, Hôpital de la Timone, CEMEREM, Pôle d'imagerie médicale.

alexandre.foure@hotmail.fr

Introduction

Les contractions musculaires évoquées par électrostimulation neuromusculaire (ESNM) sont associées à un pattern de recrutement spécifique des unités motrices (*i.e.* non-sélectif, spatialement fixe et synchrone). Il a été montré que l'ESNM peut engendrer des dommages musculaires sévères (Cramer *et al.* 2007) à l'origine d'une augmentation de l'activité plasmatique de la créatine kinase (CK), de l'apparition de douleurs musculaires et d'une diminution de la production de force musculaire volontaire (FMV) (Nosaka *et al.* 2011). Nous avons récemment montré que la réduction des capacités de production de force induite par l'ESNM était associée à des altérations de la structure musculaire (Fouré *et al.* 2015a) mais également à des dysfonctionnements du métabolisme énergétique (Fouré *et al.* 2015b). L'utilisation d'acides aminés ramifiés (AAR), connus pour favoriser la synthèse protéique, avoir des effets positifs sur la biogénèse mitochondriale et l'activité anti-oxydante (Valerio *et al.* 2011), a été proposée pour réduire les conséquences fonctionnelles des dommages musculaires. Cependant, les effets bénéfiques d'une telle stratégie nutritionnelle sur la FMV, les douleurs musculaires et l'activité plasmatique de la CK restent controversés (Howartson *et al.* 2012, Ra *et al.* 2013). Ainsi, le but de cette étude était de déterminer, par des techniques de résonance magnétique nucléaire (*i.e.*, imagerie [IRM] et spectroscopie du phosphore ³¹P-SRM)), si une supplémentation en AAR permettait de limiter les altérations anatomiques, fonctionnelles et métaboliques des muscles extenseurs du genou et/ou de favoriser la récupération.

Méthodes

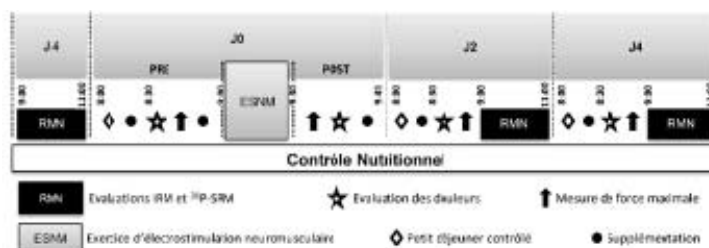
Vingt-six hommes sains (22 ± 2 ans, 178 ± 6 cm, 69 ± 7 kg) ont été aléatoirement répartis dans un groupe supplémenté avec des AAR (*n*=13) - leucine, isoleucine et valine (2:1:1, 100 mg/kg) - ou un placebo (*n*=13).

L'exercice d'ESNM consistait en 40 contractions isométriques évoquées

électriquement (100 Hz) avec des électrodes positionnées sur le ventre des muscles *vastus lateralis* [VL] et *vastus medialis* [VM]. La douleur ressentie était évaluée grâce à une échelle analogique lors d'étirement passif des muscles de la cuisse, pendant la palpation des muscles VL et VM et à la suite des tests de FMV. La chronologie des tests est illustrée dans la Figure 1. Un imageur clinique à 1.5T a été utilisé afin de caractériser par IRM les modifications de volume et de temps de relaxation transversal (T₂) des muscles du *quadriceps femoris*. Les concentrations en phosphocréatine [PCr] et phosphate inorganique [Pi] ainsi que le pH intracellulaire ont été mesurés pendant un protocole standardisé repos-exercice volontaire-récupération par ³¹P-SRM. Le coût énergétique des contractions volontaires a été calculé à partir de la vitesse de production d'ATP (déterminée à partir des cinétiques de pH et de [PCr]) et de la puissance mécanique moyenne développée pendant l'exercice volontaire (180 contractions à 0,5 Hz – durée : 6 min).

Résultats

La réduction de la FMV (-24% à J2 et -21% à J4) et l'augmentation des douleurs musculaires n'étaient pas différentes entre les deux groupes (Tableau 1). Des augmentations plus importantes de



T₂ ont été trouvées pour le VL (+17.7%) et le VM (+8.0%) par rapport au *vastus intermedius* (+3.5%) et au *rectus femoris* dont le T₂ reste inchangé (Figure 2). Au niveau métabolique, les deux groupes présentaient une augmentation de [Pi] au repos (+42% à J2 et +34% à J4), une acidose cellulaire au repos (-0,04 unité pH à J2 et -0,03 unité pH à J4) et une vitesse de resynthèse de PCr plus faible (-18% à J2 et -24% à J4). Une diminution du coût énergétique de la contraction sous-maximale concentrique a été observée pour les deux groupes à J4 (-21%).

Tableau 1. Force maximale volontaire (FMV) et douleur ressentie avant (J0), deux jours (J2) et quatre jours (J4) après l'exercice d'ESNM

<i>* P < 0.05 (différent de J0)</i>		J0	J2	J4
FMV (N)	Groupe AAR	760 ± 177	568 ± 148*	585 ± 173*
	Groupe Placebo	779 ± 111	598 ± 99*	632 ± 99*
	Echelle de douleur (mm)	4 ± 3	18 ± 8*	11 ± 8
	Groupe Placebo	6 ± 5	17 ± 11*	8 ± 8

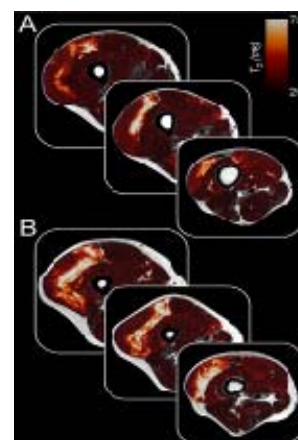


Figure 2. Cartes T₂ des muscles de la cuisse d'un sujet supplémenté en AAR (A) et d'un sujet contrôlé (B) évaluées à J4. Les cartes T₂

Discussion

Nos résultats démontrent qu'une supplémentation de 100 mg/kg n'a aucun effet sur la récupération de la FMV. Ces résultats sont en contradiction avec plusieurs études (*e.g.* Howartson *et al.* 2012) qui, en utilisant la même quantité d'AAR, rapportent un effet bénéfique de la supplémentation. Ces différences peuvent s'expliquer par la sévérité des altérations tissulaires induites par l'ESNM (Fouré *et al.* 2015a) qui pourrait limiter les bénéfices d'une telle stratégie nutritionnelle. Par ailleurs, aucun effet de la supplémentation n'a été trouvé sur les altérations métaboliques. Cependant, une augmentation de la durée de supplémentation sur une période antérieure à l'exercice induisant les dommages pourrait augmenter les effets bénéfiques sur la biogénèse mitochondriale et l'activité anti-oxydante (Valerio *et al.* 2011). De plus amples investigations sont nécessaires pour déterminer la durée optimale de supplémentation en AAR et le niveau d'efficacité de la supplémentation en AAR en fonction de l'étendue des dommages musculaires.

Conclusion

Une supplémentation de 100 mg/kg d'AAR est inadaptée pour atténuer les altérations sévères des capacités fonctionnelles et métaboliques induites par un exercice d'ESNM.

Références

- Cramer RM *et al.* (2007). Myofibre damage in human skeletal muscle: effects of electrical stimulation versus voluntary contraction. *J Physiol*, 583:365-380.
- Fouré A *et al.* (2015a). Heterogeneity of muscle damage induced by electrostimulation: a multimodal MRI study. *Med Sci Sports Exerc*, 47:166-175.
- Fouré A *et al.* (2015b). Impaired mitochondrial function and reduced energy cost as a result of muscle damage. *Med Sci Sports Exerc*, 47:1135-1144.
- Howartson G *et al.* (2012). Exercise-induced muscle damage is reduced in resistance-trained males by branched chain amino acids: a randomized, double-blind, placebo controlled study. *J Int Soc Sports Nutr*, 9:20.
- Nosaka K *et al.* (2011). Muscle damage induced by electrical stimulation. *Eur J Appl Physiol*, 111:2427-2437.
- Ra AG *et al.* (2013). Combined effect of branched-chain amino acids and taurine supplementation on delayed onset muscle soreness and muscle damage in high-intensity eccentric exercise. *J Int Soc Sports Nutr* 10:51.
- Valerio A *et al.* (2011). Branched-chain amino acids, mitochondrial biogenesis, and healthspan: an evolutionary perspective. *Aging*, 3:464-478.

Protéines lactières lentes et/ou rapides : quel ratio optimal en récupération pour optimiser le développement de la masse musculaire dans le cadre d'un entraînement en musculation ?

Fabre Marina¹, Louis Julien¹, Tiollier Eve¹, Molle Odeline^{1,2}, Hausswirth Christophe¹ et Bigard Xavier^{1,3}

¹ Laboratoire « Sport, Expertise, Performance » EA 7370, INSEP, Paris
marina.fabre@insep.fr

Introduction

Le lait contient deux principales familles de protéines, à savoir les caséines et les protéines solubles. Toutes deux sont complémentaires de par leur vitesse d'assimilation. En effet, l'ingestion de protéines solubles en récupération entraîne une disponibilité accrue en acides aminés dans les 2 heures après l'effort ; alors que la prise de caséine permet une disponibilité plus importante en acides aminés 2 heures après son ingestion. Un apport concomitant de ces deux protéines permet donc une disponibilité en acides aminés dans les minutes et les heures qui suivent la fin de l'exercice. Actuellement, les recherches effectuées ont permis de montrer que l'apport de protéines de haute qualité biologique (comme par exemple les protéines du lait de vache), en quantité adaptée (20-25 grammes), et dans les suites immédiates de l'exercice permet de faire face aux besoins en acides aminés nécessaires pour assurer les synthèses protéiques (Moore et al. 2009 ; Areta et al. 2013 ; Roy, 2008). Cependant, les proportions optimales à ingérer entre les protéines lentes et rapides permettant d'assurer un gain de force et de masse musculaire restent méconnues à ce jour. Dans ce contexte, le but de cette étude est de comparer les effets en récupération de trois boissons riches en protéines lactières contenant des proportions variables en protéines lentes (caséine) et rapides (protéines solubles, Prolacta®) sur le développement de la masse musculaire et de la force de sportifs entraînés en musculation.

Méthode

Cette étude réalisée en double aveugle visait à analyser les effets en récupération de trois boissons enrichies en protéines lactières sur le développement de la force et de la masse musculaire dans le cadre d'un programme de musculation de 9 semaines.

Trente-six hommes entraînés en musculation ($n = 12$ par groupe), ont accepté de participer à cette étude. Après 3 semaines de familiarisation avec les exercices de musculation proposés (à raison de 3 séances d'entraînement par semaine), les participants ont suivi un programme d'entraînement intensif de 4 séances hebdomadaires pendant 9 semaines consécutives. Tous les participants réalisaient le même programme d'entraînement en musculation à des intensités comprises entre 70 et 85% de leur charge maximale afin de stimuler le développement de la masse musculaire (Schoenfeld, 2010). Au cours des 9 semaines d'entraînement, il était demandé à tous les participants d'ingérer systématiquement la boisson qui leur était attribuée en récupération immédiate de chaque séance d'entraînement. Des recommandations nutritionnelles moyennes étaient également délivrées aux participants afin de standardiser les apports alimentaires, en particulier les jours d'entraînement. Les apports alimentaires ont été évalués tout au long des 9 semaines d'entraînement à l'aide de journaux alimentaires.

Les trois boissons expérimentales contenaient 20 grammes de protéines et de glucides mais avec un ratio différent entre protéines lentes (caséine) et protéines rapides (Prolacta®). La boisson A contient 100% de Prolacta® ; la boisson B 50% de caséine et 50% de Prolacta®; et enfin la boisson C correspond au ratio entre caséine et Prolacta® contenu dans le lait c'est-à-dire 80% de caséine et 20% Prolacta® (tableau 1). L'apport de glucides reposait sur 50% de glucose et 50% de maltodextrines.

Tableau 1. Formulation des boissons testées

FORMULES	pour 1 dose (46g) dans 250ml d'eau		
	A	B	C
Énergie calculée (kcal)	166,06	167,44	167,44
Ratio caséine / PS (protéines solubles)	80/20	50/50	0/100
Description	en g	en g	en g
PROTEINES	19,89	20,17	20,48
dont Protéines totales de lait (MPI)	9,25	6,44	0,00
dont PROLACTA® 95 (protéines solubles natives du lait)	1,75	9,20	21,99
dont Caséinate de Calcium	10,99	6,44	0,00
GLUCIDES	19,83	20,00	20,51
dont D-Glucose pur cristallisé	10,40	10,35	10,40
dont Maltodextrines	10,39	10,34	10,39

Toutes les 3 semaines, des mesures de composition corporelle étaient effectuées par absorption biphotonique à rayons X (DXA, General Electrics, Madison, USA) afin d'évaluer l'évolution de la masse maigre et de la masse grasse au cours des 9 semaines d'entraînement. Des mesures de capacité de développement de force des membres supérieurs et inférieurs étaient également effectués *via* deux tests, 1) l'évaluation de la charge soulevée lors d'une répétition maximale (1 RM) sur deux exercices de musculation 2) le couple développé en mode isocinétique, associé à une évaluation de la résistance à la fatigue sur un ergomètre isocinétique (Con-Trex, Dübendorf, Switzerland) avant et après les 9 semaines d'entraînement.

Résultats et discussion

En testant pour la première fois une stratégie nutritionnelle de récupération à base de boissons lactées contenant différentes proportions en protéines, nous émettons l'hypothèse qu'une boisson avec un rapport protéines rapides/protéines lentes de 50/50 serait plus efficace sur le développement de la force et de la masse musculaire qu'une boisson proche du lait (20/80), ou qu'une boisson ne contenant que des protéines rapides. L'analyse de la cinétique d'assimilation de ces deux protéines nous a permis d'émettre cette hypothèse.

Les premiers résultats de cette étude seront présentés pendant le congrès.

Références

- Areta, J.L., Burke, L.M., Ross, M.L., Camera, D.M., West, D.W., Broad, E.M., Jeacocke, N.A., Moore, D.R., Stellingwerff, T., Phillips, S.M., Hawley, J.A. and Coffey, V.G. 2013. Timing and distribution of protein ingestion during prolonged recovery from resistance exercise alters myofibrillar protein synthesis. *J Physiol.* **591**: 2319-31
- Boirie Y. 2004. Protéines « lentes », protéines « rapides ». *Nutrition clinique et métabolisme.* 18 25-27
- Moore, D.R., Robinson, M.J., Fry, J.L., Tang, J.E., Glover, E.I., Wilkinson, S.B., Prior, T., Tarnopolsky, M.A. and Phillips, S.M. 2009a. Ingested protein dose response of muscle and albumin protein synthesis after resistance exercise in young men. *Am J Clin Nutr.* **89**: 161-8
- Roy, B.D. 2008. Milk: the new sports drink? A Review. *J Int Soc Sports Nutr.* **5**: 15
- Schoenfeld B.J. 2010. Potential mechanisms for a role of metabolic stress in hypertrophy adaptation to resistance training. *Sports Med.* 43:179-194

Session Orale N°27

Approches interdisciplinaires de la performance

(Modératrice : Julie Doron)

Activité physiologique et psychologique en compétition d'escrime - Etude exploratoire

Philippe Dedieu^{1,3}, Maxime Bourdageau¹, Olivier Hanicotte¹, Jean-Pierre Philippon¹,
Michel Salesse¹, Eric Srecki¹ et Elisabeth Rosnet^{1,2}

¹ Fédération Française d'Escrime

² Université de Reims

³ IRFSS – PREFASS, Limoges

dedieuphilippe@wanadoo.fr

Introduction

La durée d'une compétition nationale d'escrime varie de 5 à 9 heures par jour pendant deux jours. Cela influe sur le processus aérobie, en particulier pour ceux qui participent aux matches les plus avancés de la compétition (Roi & Bianchedi, 2008). Lors des poules éliminatoires, les tireurs s'affrontent lors d'assauts d'une durée maximum de 3 minutes. Le vainqueur est celui qui a marqué 5 touches ou qui mène à l'issue des 3 minutes. Lors des matches éliminatoires, les tireurs s'affrontent lors de 3 tiers-temps de 3 minutes chacun avec 1 minute de repos entre les tiers-temps. Le vainqueur est celui qui a marqué 15 touches ou qui mène à l'issue des trois tiers-temps. Lors d'un assaut, les tireurs enchaînent des actions défensives et offensives avec des déplacements répétés vers l'avant et vers l'arrière et de nombreux changements de direction. Ces déplacements de haute intensité semblent solliciter les processus anaérobies. Ils alternent avec des périodes de faible intensité permettant une récupération (Bottoms, et al., 2011). Ainsi, l'analyse d'une compétition d'escrime laisse supposer que la génération d'ATP pour la contraction musculaire peut être réalisée par des processus aérobie et anaérobies. En outre, l'enjeu de la pratique, *toucher sans être touché*, et l'enjeu de la compétition, *gagner le combat et la compétition*, sollicitent les ressources psychologiques au même titre que la fatigue musculaire. La nécessité de s'adapter aux adversaires et aux situations de match génère un stress dont le lien avec l'activation et l'enjeu perçus s'établit au regard de l'expérience et de la motivation (Dinca & Rosnet, 2007).

Malgré des initiatives isolées, les connaissances sur les exigences énergétiques de l'escrime en compétition sont spéculatives. L'objectif de cette étude est d'effectuer un suivi physiologique, psychologique et sportif, en compétition et, dans une démarche descriptive, de tenter de mettre en évidence les liens possibles entre ces variables.

Méthode

Quatre épéistes juniors, membres du pôle France Jeune, ont été suivis lors d'une compétition.

A leur arrivée, avant et après chaque assaut, une analyse de la lactatémie à partir de 20 µl de sang capillaire a été réalisée (Accutrend Plus, Roche GmbH, Germany). Une auto-évaluation du stress, de l'enjeu et de l'activation perçus a été effectuée à l'aide d'échelles visuelles analogiques de 10 cm avant et après les poules et avant et après chaque match éliminatoire avec suivi des éléments sportifs (victoire, défaite, évolution du score). Selon l'avancée dans la compétition, entre 12 et 22 analyses de lactatémie et entre 8 et 16 auto-évaluations de l'état psychologique ont été réalisés.

La moyenne et l'écart-type des données recueillies ont été calculés et comparés par le test T de Student. Un seuil de significativité de 95% a été retenu.

Résultats

L'analyse du taux de lactate sanguin de chaque sujet montre une différence significative entre la valeur moyenne avant et après chaque assaut (tableau 1). Il est à noter, à l'issue de certains assauts ou matches, des taux de lactate pouvant atteindre plus de 18 mmol/L chez un tireur en particulier, indépendamment du score. Ceci entraîne, chez ce tireur, un écart-type particulièrement élevé.

L'analyse des auto-évaluations de l'état psychologique met en évidence une activation perçue élevée en début de match (m=6.81) et en fin de matches (m=8) pour l'ensemble des quatre participants. Le stress perçu montre des différences inter-individuelle. Il est stable entre le début et la fin de match pour trois des participants. Le quatrième se décrit comme nettement moins stressé après le match qu'en début. L'enjeu perçu montre aussi une différence inter-individuelle importante,

mais aucune différence majeure à un niveau intra-individuel. Des analyses complémentaires avec des tests non paramétriques et des études de cas sont en cours, ainsi que les analyses relatives aux relations entre les variables psychologiques et physiologiques qui seront présentées lors du Congrès. A titre d'exemple, le participant ayant le taux moyen de lactate le plus élevé au cours des matches d'élimination directe rapporte un stress perçu et un enjeu perçu faibles, mais une activation importante. En revanche, celui ayant le taux moyen de lactates le plus faible (mais égal à 7.27 mmol/L) rapporte une activation et un enjeu perçus élevés avant et après les matches (supérieurs respectivement à 7 et à 8), un stress perçu élevé avant le match, mais faible à son issue (tableau 2).

Tableau 1 : Taux moyen de lactate sanguin et SD (mmol/L) (* : différence significative)

	Sujet 1 *	Sujet 2 *	Sujet 3 *	Sujet 4 *
Avant chaque assaut ou match	4.33 (0.67)	5.3 (3.12)	5.5 (1.49)	3.83 (1.02)
Après chaque assaut ou match	8.18 (4.37)	11.62 (6.05)	9.21 (4.21)	8.48 (4.54)

Tableau 2 : Autoévaluations du stress, de l'activation et de l'enjeu (* : différence significative)

	Sujet 1	Sujet 2	Sujet 3	Sujet 4
Stress (avant chaque assaut ou match)	6.06 (3.41)	2.5 (2.5)	4.63 (1.16)	6.30 (0.88)
Stress (après chaque assaut ou match)	6.74 (3.25)	2.73 (6.05)	4.50 (4.25)	2.53*(1.46)
Activation (avant chaque assaut ou match)	5.38 (3.03)	6.73 (1.99)	7.08 (1.97)	8.45 (0.93)
Activation (après chaque assaut ou match)	7.46 (2.64)	9.10 (0.50)	7.33 (4.62)	8.13 (2.81)
Enjeu (avant chaque assaut ou match)	1.16 (0.67)	0.88 (0.29)	7.93 (0.84)	7.78 (1.35)
Enjeu (après chaque assaut ou match)	2.88 (3.83)	1.48 (0.71)	9.87 (0.12)	7.63 (2.45)

Discussion

L'objectif principal de notre étude était d'envisager la possibilité d'effectuer un suivi physiologique, psychologique et sportif, en compétition d'escrime.

La particularité de l'activité repose sur l'interaction entre deux adversaires et sur leur capacité à adapter leur comportement en fonction de l'enjeu, des difficultés techniques et tactiques et de l'implication physique nécessaire. La prise en compte conjointe de ces éléments en compétition est une approche nouvelle en escrime. Elle permet de contextualiser la pratique et d'élargir la compréhension des résultats sportifs obtenus. Elle suggère d'autre part des axes de développement de l'entraînement afin d'intégrer davantage ces différents aspects. De façon secondaire, l'objectif était de vérifier des résultats antérieurs non publiés obtenus sur un seul tireur (Srecki) ou lors d'entraînements (Bourdageau) quant à la production de lactate en compétition d'escrime à l'épée.

Les résultats obtenus confirment la participation des processus anaérobies lactiques comme suggéré par Turner et al. (2013), contrairement aux idées souvent véhiculées chez les escrimeurs. Les valeurs relevées à l'issue de certains assauts caractérisés par une haute intensité physique ou au contraire par une faible nécessité d'implication sont pleinement corrélées avec les aspects sportifs, alors que les relations plus complexes avec les aspects psychologiques restent encore à approfondir.

Références

- Bottoms, L. M., Sinclair, J., Gabrysz, T., Szmatlan-Gabrysz, U., & Price, M. J. (2011). Physiological responses and energy expenditure to simulated epee fencing in elite female fencers. *Serbian Journal of Sports Sciences*, 5, 17-20.
- Bourdageau, M. *Analyse physiologique et biologique de l'escrime*. (Master 2), Bordeaux.
- Dinca, A., & Rosnet, E. (2007). Motivation, réponses de coping et performances sportives des escrimeurs : une analyse qualitative exploratoire. *Revue Européenne de Psychologie Appliquée*, 57(4), 201-211.
- Roi, G. S., & Bianchedi, D. (2008). The Science of Fencing. Implications for Performance and Injury Prevention. *Sports Medicine*, 38(6), 466-481.
- Turner, A., Miller, S., Stewart, P., Cree, J., Ingram, R., Dimitriou, L., . . . Kilduff, L. (2013). Strength and Conditioning for Fencing. *Strength and Conditioning Journal*, 35(1), 1-9.

Indicateurs des états psychophysologiques chez des nageurs Elite en période d'affûtage

Philippe Vacher¹, Laurent Mourot^{2,3} et Michel Nicolas¹

¹ Laboratoire « Socio-Psychologie et Management du Sport » (EA 4180), Université de Bourgogne

² Laboratoire « Culture, sport, santé, société » (EA 4660) et plateforme Exercice Performance Santé Innovation, UPFR des Sports, Université de Franche-Comté.

³ Inserm CIC-CIT 808, CHRU de Besançon

philippe.vacher@u-bourgogne.fr

Introduction

Comprendre et maîtriser les états de stress-récupération des sportifs Elite est central pour maximiser les chances de performance lors des compétitions nationales et internationales. À ce jour, seuls des protocoles pluridisciplinaires permettent d'avoir une vision claire de la balance stress-récupération. La majorité des études reposent sur une évaluation des périodes à forte charge d'entraînement et peu se sont intéressées spécifiquement à la période d'affûtage. Cette dernière a été définie par Mujika et Padilla (2000) comme « *une diminution progressive et non linéaire de la charge d'entraînement durant une durée de temps variable, dans le but de réduire la fatigue physiologique et psychologique et optimiser la performance sportive* ». Les outils paraissant le mieux répondre aux exigences de terrain sont, en psychologie, ceux traduisant les états de stress et de récupération perçus, et en physiologie, l'analyse de la variabilité de fréquence cardiaque (VFC; Buchheit, 2014). L'ambition de cette recherche est d'étudier les états de stress-récupération de nageurs nationaux à internationaux durant la période d'affûtage, sans modifier le plan d'entraînement. Nos hypothèses de travail s'attachent à démontrer que **(1)** la baisse de charge entre le début et la fin de la période d'affûtage est corrélée aux variations des indices psychologiques et physiologiques, et **(2)** que les variables psychologiques sont reliées à des variables cardiaques.

Méthode

Quatorze nageurs ($M_{\text{âge}} = 18 \pm 1,2$ ans, $M_{\text{IMC}} = 22,5 \pm 2,5$) ont participé à cette étude.

En psychologie, les états de stress et de récupération perçus ont été recueillis grâce au RESTQ-Sport (Kellmann & Kallus, 2001). Les variables retenues sont la Récupération_Totale et le Stress_Total. En physiologie, l'évaluation de l'activité du système nerveux végétatif (SNV) a été effectuée par analyse de VFC via la réalisation d'un test 5'-5' (Buchheit, 2014). Le ratio « basses sur hautes fréquences » (LF/HF) a été retenu comme indicateur d'activité orthosympathique. D'un autre côté, les indicateurs d'activité parasympathique retenus sont les hautes fréquences en unités normalisées (HFnu), rMSSD et la réactivation cardiaque post-exercice nHRR60s [rapport de la différence de fréquence cardiaque entre la fin de l'exercice (HReX ; moyenne sur 10 sec) et la fréquence cardiaque après une minute de récupération (HR60) sur HReX].

Ces tests ont été réalisés dans des conditions standardisées (8h00 pour la VFC ; 10h30 pour le RESTQ-Sport) à T1 (fin du dernier bloc de travail à forte charge) et T2 (fin de la période d'affûtage). Enfin, la charge d'entraînement (CE) a été relevée quotidiennement par la méthode de Foster (2001).

La variable LF/HF ne respectant pas la loi normale, nous l'avons transformée par son logarithme népérien ($\ln(\text{LF}/\text{HF})$). Les différences entre T1 et T2 ont été évaluées sur les données brutes en utilisant la grandeur du changement à partir des moyennes et des écarts-type (d de Cohen ; ES). Les bornes pour les statistiques de Cohen étaient $> 0,2$ (léger), $0,5$ (modéré) et $> 0,8$ (grand). Des corrélations de Pearson (r) ont été effectuées sur les différences relatives (Δ) entre T1 et T2. Leur interprétation a été effectuée au regard des recommandations d'Hopkins (2009).

Résultats

Entre T1 et T2, nous observons une grande diminution de la CE ($-77 \pm 10\%$, ES $> 0,8$), une grande diminution du Stress_Total ($-28\% \pm 19\%$, ES $> 0,8$) et une augmentation modérée de la

Récupération_Totale ($13,5 \pm 13\%$, $ES = 0,7$). HRex diminue grandement ($-10,5 \pm 9,8\%$, $ES > 0,8$) tandis que nHRR60s augmente modérément ($24,2 \pm 37,9\%$, $ES = 0,61$). Enfin, lnLF/HF ($-46,5 \pm 237\%$, $ES = 0,29$) diminue légèrement tandis que HFnu augmente ($36,1 \pm 87,6\%$, $ES = 0,31$) légèrement. rMSSD ($59,6 \pm 156\%$, $ES < 0,2$) n'est pas significativement modifié.

Les corrélations de Pearson mettent en évidence que CE_{Δ} est corrélée positivement à $nHRR60s_{\Delta}$ ($r = 0,48 [0,03 ; 0,77]$) et au $Stress_Total_{\Delta}$ ($r = 0,56 [0,13 ; 0,81]$). De plus, CE_{Δ} est négativement corrélée à la $Récupération_Totale_{\Delta}$ ($r = -0,47 [-0,76 ; -0,01]$). Finalement, $HRex_{\Delta}$ est corrélée positivement au $Stress_Total_{\Delta}$ ($r = 0,56 [0,14 ; 0,81]$) et négativement à la $Récupération_Totale_{\Delta}$ ($r = -0,47 [-0,76 ; -0,01]$). $rMSSD_{\Delta}$ est corrélée positivement à la $Récupération_Totale_{\Delta}$ ($r = 0,60 [0,19 ; 0,83]$).

Discussion

Les résultats obtenus dans cette étude montrent une amélioration des états psycho-physiologiques en période d'affûtage. En effet, la diminution du $Stress_Total$ et l'augmentation de la $Récupération_Totale$ constituent des indicateurs pertinents d'une phase de récupération opérationnelle (Kellmann & Kallus, 2001). De plus, la diminution de HRex, l'augmentation de nHRR60s, l'augmentation de HFnu et la diminution de lnLF/HF traduisent une modification de l'activité du SNV avec une augmentation de l'activité parasympathique et une diminution de l'activité orthosympathique dans la régulation cardiaque au repos comme à l'exercice. Ces variations reflètent une adaptation physiologique à la charge d'entraînement (Buchheit, 2014).

Des liens directs entre la CE et les états de stress-récupération psychologique sont également mis en évidence. En effet, la baisse de CE_{Δ} est associée à une augmentation de la $Récupération_Totale_{\Delta}$ et à une diminution du $Stress_Total_{\Delta}$. De même, des liens corrélationnels sont mis en évidence entre la CE_{Δ} et $nHRR60_{\Delta}$. Cette relation montrerait que les plus grandes baisses de charge ne sont pas celles qui sont accompagnées des plus grandes améliorations de récupération post-exercice.

Finalement, il semble exister des liens cohérents entre les indicateurs psychologiques et physiologiques durant la période d'affûtage. De fait, une amélioration de la réponse cardiaque à l'effort (HRex) est associée à une amélioration de la balance stress-récupération (Kellmann & Kallus, 2001). Enfin, une augmentation de l'activité parasympathique (RMSSD) dans la régulation cardiaque au repos est accompagnée d'une augmentation de la récupération subjective du sportif.

Conclusion

Les résultats obtenus vont dans le sens d'une période d'affûtage selon la définition de Mujika et Padilla (2000). Les corrélations entre la CE et les indicateurs psycho-physiologiques indiquent un rééquilibrage de la balance stress-récupération. Enfin, une cohérence corrélationnelle existe entre les réponses psychologiques et physiologiques lors de l'affûtage chez des nageurs Elite.

Références

- Buchheit, M. (2014). Monitoring training status with HR measures: Do all roads lead to Rome? *Frontiers in Physiology*, 5 FEB(February), 73.
- Foster, C., Florhaug, J. A., Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, L. A., Parker, S., ... Dodge, C. (2001). A new approach to monitoring exercise training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(1), 109–115.
- Hopkins, W. G., Marshall, S. W., Batterham, A. M., & Hanin, J. (2009). Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41, 3–12.
- Kellmann, M., & Kallus, K. W. (2001). *The Recovery-Stress Questionnaire for Athletes: User Manual*. Human Kinetics.
- Mujika, I., & Padilla, S. (2000). Detraining: loss of training-induced physiological and performance adaptations. Part II: Long term insufficient training stimulus. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 30(3), 145–154.

Interpersonal coordination learning in rowing: Joint mobilization of mechanical and phenomenological data analyses

Mehdi R'Kiouak¹, Jacques Saury¹, Marc Durand² et Jérôme Bourbousson¹

¹ Laboratoire « Motricité, Interactions, Performance » (EA 4334), Université de Nantes.

² Laboratoire « Conception-Recherche-Activités-Formation-Travail », Université de Genève.

mehdi.rkiouak@univ-nantes.fr

Introduction

Inspired by works on collective activity focused on how phenomena emerge from the articulation of individuals' activities (Bourbousson, Poizat, Saury & Sève, 2011), this study seeks to go further in order to find out what level of interpersonal coordination changed over training sessions in a rowing junior crew (i.e., analyzing the change of coordination modes at an individual-, interpersonal-, and boat-levels of description). This focus have been alternatively the study's object on the qualitative description of team cognition (Den Hartigh, Gernigon, Yperen, Marin & Van Geert, 2014) and on the movements synchronization (Baudouin & Hawkins, 2004) between participants. The aim of the present investigation is to cross/combine the analysis of subjective activity data (i.e., first-person approach) with objective measurements (i.e., quantitative and behavioral) made by a researcher (i.e., third-person approach). To cross these data, a primacy of the intrinsic was chosen, implying that the quantitative measures allowed to account for the effects and/or constraints of collective activity that are not always perceived by the athletes.

Objectives

The present aim is to compare two performance sessions separated by training. Working with a junior rowing crew, our objectives were to (1) characterize recurrences regarding how the first race was experienced by rowers and compare these first-person data patterns with the second race, (2) identify the mechanical signatures of such subjective patterns and (3) identify the level of organization which the collective activity's transformations are coming from. We hypothesized that the mechanical signatures will approximate expert patterns, and that the subjective correlated experiences of the rowers would become more accurate on the efficiency of these patterns.

Method

The behavior of a national male junior crew coxless pair was recorded during two "B1" workouts (i.e., Thirty minutes with a cadence of eighteen strokes per minute with the goal of having a maximum displacement by oar stroke) to an interval of one month and a week. Rowers, ranked among the best national skiff rowers. They rowed together for two months before the measures were collected. Two types of data collection were carried out. Self-confrontation interview techniques were used to recover phenomenological data and to describe how rowers experienced their race respectively, just after the workouts. Mechanical measures were collected with the *Powerline* system, designed to collect on-board data in rowing. These measures referred to different levels of analysis as (a) the force applied to the oarlock, the power, the angle and the angular velocity oar of both rower, and their variability, showing the individual level of activity (i.e., individual-level of analysis), (b) measures of synchronization between the two rowers by calculation of continuous relative phases and running correlations, and (c) the acceleration and velocity of the boat showing the crew level (i.e., boat-level of analysis)

Each kind of data was analyzed and combined. The usual procedure of the course-of-action method (Theureau, 2003) helped to account for the subjective point of view of the rowers. Third-person data were sampled regarding the first-person data analysis, and were then processed by use of inferential statistics (i.e., paired t-test, correlation and ANOVA). The combination of first- and third-person data allowed for crossing the levels of analysis (see Varela & Shear, 1999).

Results

The results identified several individuals' typical modes of activity, accounting for patterns' recurrences (i.e., combination of mechanical and subjective data) in the way the race was experienced by the rowers. Moreover, patterns of how these individuals' modes combined together within the dyad have been observed; the most frequent mode being one team member focused on his coordination with the boat, while the other team member simultaneously focused on the interpersonal coordination. Then, the analysis of the mechanical correlates of these modes of activity show that some variables are more relevant to be linked with the experienced rowers. At this step, the results show that rowers experienced well their interpersonal coordination because the corresponding mechanical signatures approximate expert patterns. Subjective data show that this coordination between rowers occurs notably through boat's feedbacks (i.e., extrapersonal coordination; Millar et al., 2013). Moreover, steering problems do not seem to impact the perceived quality of their coordination during the training period studied. Learning would result in a more efficient coordination of their feelings and the efficiency of their oar stroke. Here, the awareness of the boat's direction as being part of a good oar stroke and consequently of a good coordination between rowers seems to be a learning that takes place later in the preparation.

Then, the comparison of the two conditions of data collection shows that the crew improved during the month of training (e.g., a greater distance traveled by oar stroke and boat velocity). The results highlight how the rowing coordination learning cannot be reduced to a technical learning process; Interpersonal coordination learning fundamentally reflects a process in which each team member transformed its own-world and own-body (Varela et al., 1991), and in which each team members adjusted dynamically these worlds to make them overlap at some instances. The most illustrative example relied in the stroke rower that was initially focused on his sensations, and that became more aware to the boat's behavior (e.g., velocity and stability).

Conclusion

This study contributes to the literature on interpersonal coordination in addressing the issue of learning, by making use of combined phenomenological and mechanical analysis. Results showed the rich contributions of a mixed approach, and "explanatory" gain provided by inferential statistical analyzes in addition to the detailed description of the subjective data (Sève, Nordez, Poizat & Saury, 2013). It enriches field practices by erecting some preferred transformations tracks.

References

- Baudouin, A., & Hawkins, D. (2004). Investigation of biomechanical factors affecting rowing performance. *Journal of biomechanics*, 37(7), 969-976.
- Bourbousson, J., Poizat, G., Saury, J., & Sève, C. (2011). Description of dynamic shared knowledge: an exploratory study during a competitive sports interaction. *Ergonomics*, 54, 120-138.
- Den Hartigh, R. J., Gernigon, C., Van Yperen, N. W., Marin, L., & Van Geert, P. L. (2014). How psychological and behavioral team states change during positive and negative momentum.
- Millar, S. K., Oldham, A. R., & Renshaw, I. (2013). Interpersonal, intrapersonal, extrapersonal? Qualitatively investigating coordinative couplings between rowers in Olympic sculling. *Nonlinear Dynamics, Psychology and Life Sciences*, 17(3), 425-443.
- Sève, C., Nordez, A., Poizat, G., & Saury, J. (2013). Analysis performance in sport: contributions from a joint analysis of athletes' courses of experience and of mechanical indicators. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 23, 576-584.
- Theureau, J. (2003). *Course-of-action analysis and course-of-action centered design*. In E. Hollnagel (Ed.), *Handbook of cognitive task design* (pp. 55–81). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Varela, F. J., & Shear, J. (1999). First-person methodologies: What, why, how. *Journal of Consciousness studies*, 6(2-3), 1-14.
- Varela, F. J., Thompson, E., & Rosch, E. (1991). *The embodied mind*. MIT-Press.

La gestion temporelle du set se réorganise en fonction de l'expérience du joueur de badminton.

Olivier Dieu¹, Gilles Bui-Xuân¹, Jérémy Vanhelst²⁻³ et Jacques Mikulovic⁴

¹ UER3S, EA4110, Université de Lille 2, Lille

² Inserm, LIRIC, UMR 995, Université de Lille, CHRU de Lille,

³ CIC-PT-1403-Inserm, CHRU de Lille, ⁴ UER3S, EA4110, Université de Lille 2, Lille,

⁴ Laboratoire «LACES», Université de Bordeaux

olivier.dieu@msn.com

Introduction

L'aspect temporel en sports de raquette, notamment en badminton, est largement minoré par rapport à l'aspect spatial. Le temps, quand il est évoqué, est abordé selon trois angles relatifs au règlement, à la performance ou à la didactique de l'activité.

Tout d'abord, au plan réglementaire, en badminton, hormis les arrêts réglementaires, en aucun cas le jeu ne peut être suspendu pour permettre à un joueur de récupérer ses forces. Néanmoins, la pratique de l'auto-arbitrage laisse au joueur une certaine latitude sur ce principe de continuité du jeu... Par ailleurs, au plan de la performance, les recherches sont exclusivement descriptives et relatives au haut niveau. Chez l'expert, un set dure en moyenne 10 minutes, un match environ 40 minutes et l'échange environ 7 secondes chez les hommes et 6,3 secondes chez les femmes. Par ailleurs on observe une corrélation importante entre le temps que dure un échange et la récupération qui suit (Cabello & Gonzalès, 2003). Ces données, génériques, peuvent laisser à penser que la dynamique temporelle et énergétique du joueur était une donnée stable du débutant au confirmé. Enfin, au plan didactique, rares sont ceux qui pensent que le badminton est davantage un jeu de temps qu'un jeu d'espace (Thibaut, 1993). Quelques ouvrages évoquent la notion de pression temporelle définie comme le rapport entre le temps disponible effectif et le temps requis pour exécuter une frappe. Néanmoins, la notion de temps n'est envisagée qu'à l'échelle de l'échange pour expliquer l'évolution du rapport de force à l'échelle du point mais jamais dans l'évolution du match.

Pour autant, paradoxalement, à l'école, le badminton se joue souvent au temps pour une raison avant tout organisationnelle ! Le traditionnel match au temps en *montante-descendante* a ainsi tendance à dénaturer l'activité, le but étant souvent de se « dépêcher » pour gagner. C'est alors le temps qui donne le sens du jeu alors que c'est le jeu (le score et son évolution) qui devrait donner le sens du temps.

Ainsi, la dynamique temporelle et énergétique de la mobilisation du joueur au cours du match est, à de rares exceptions près, occultée de la didactique en sport de raquette. Pour preuve, le « non jeu » ne fait jamais l'objet d'études, dans l'esprit commun il semble ne pas faire partie du jeu... Or l'observation *in situ* laisse à penser que la gestion du temps n'est pas la même selon les joueurs : certains se précipitent pour ramasser le volant et le remettre aussitôt en jeu, quand d'autres prennent leur temps pour servir ou demandent à changer le volant à 18 égalité dans le set décisif...

Notre hypothèse est la suivante : le rapport global au temps (temps de jeu et de non jeu) se réorganise avec les mobiles ou conations du joueur (Vanhelst & al, 2012a).

Matériels & Méthodes

La population d'étude va de l'étudiant débutant au joueur de l'équipe nationale. Elle est composée de 40 sujets (9 femmes, 31 hommes), âgés de 17 à 37 ans, classés dans les cinq étapes (structurale, fonctionnelle, technique, contextuelle, experte) du curriculum conatif (Vanhelst & al, 2012a). Par le jeu des oppositions, ces 40 participants ont joué 50 sets (10 sets joués par étapes). Pour recueillir les temps de jeu et qualifier l'activité physique, les sujets ont porté une ceinture accélérométrique (Vanhelst & al, 2012b) lors d'un set de badminton de 21 points, sans pause, dans un rapport de forces *a priori* équilibré (opposition de deux joueurs de même étape et de même sexe). Un doublage vidéo nous a permis d'isoler les données des phases de jeu et de non jeu.

Résultats

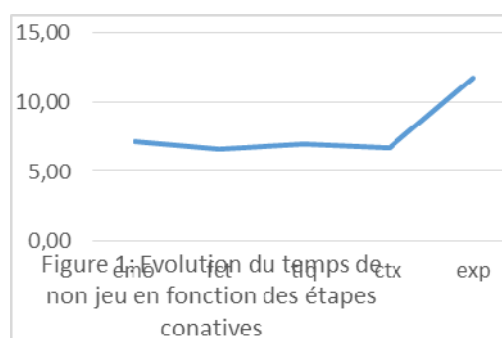
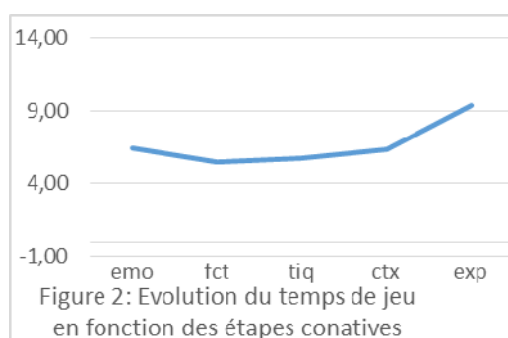
Concernant le jeu : les moyennes des temps de jeu sont présentées dans le tableau 1 : l'ANOVA montre une différence significative des temps de jeu en fonction des étapes ($p < 0,001$). Concernant le non jeu : les moyennes des temps de non jeu ainsi que les moyennes de la mesure de l'AP mesurée par l'accéléromètre sont présentées dans le tableau 1 : l'ANOVA montre une différence significative des temps de non jeu en fonction des étapes ($p < 0,05$) qui ne suit pas la baisse de la quantité de mouvement en non jeu ($p < 0,05$).

Tableau 1. Moyenne des secondes (s) selon la période (jeu, non jeu) (n = 50)

		Etape 1	Etape 2	Etape 3	Etape 4	Etape 5	p
Temps de jeu	M	6,3 ±1,9	5,4 ±0,6	5,7 ±0,8	6,3 ±0,6	9,3 ±1,1	< .001
Temps non jeu	M	7,1 ±0,7	6,6 ±0,5	6,9 ±0,4	6,7 ±0,9	11,7 ±3,3	< .05

Tableau 2. Moyenne des counts (EC) sur le non jeu (n = 50)

		Etape 1	Etape 2	Etape 3	Etape 4	Etape 5	p
VM non jeu	M	94,4 ±12,0	96,1 ±10,9	94,9 ±10,4	89,0 ±21,6	59,4 ±6,2	< .05



Conclusions

Le temps d'échange n'augmente pas de manière linéaire avec le niveau de jeu. Si la quantité de mouvement pendant les phases de repos diminue avec l'expertise, la durée de ce repos se réorganise d'étape en étape. Le jeu « au temps », systématique et indifférencié est un obstacle didactique puisqu'il existe un rapport au temps spécifique selon les étapes conatives. Faire jouer au score sur un nombre de mises en jeu défini plutôt qu'au temps permettrait à l'intervenant de gérer dans des groupes hétérogènes à la fois la logique organisationnelle et la logique de l'activité (stratégie).

Références

- Cabello-Manrique, D., Gonzalez-Badillo, J.-J. (2003). Analysis of the characteristics of competitive badminton. *British Journal of Sport and Medicine*, 37(1), 62-66.
- Thibaut, R. (1993). *Le badminton*, Paris, éd. Gaëtan Morin.
- Vanhelst, J., Béghin, L., Fardy, P., Bui-Xuân, G., Mikulovic, J. (2012a). A conative educational model for an intervention program in obese youth. *BMC Public Health*, 12, 416-420.
- Vanhelst J., Mikulovic J., Dieu O, Blondeau T., Bui-Xuan, G., Béghin, L. (2012b). Comparison of two Actigraph accelerometer generations in the assessment of time spent in free living conditions. *BMC Research Notes*, 5(1):187.

Session Orale N°28

***Mouvement, langage, fonctions cognitives et
perceptives***

(Modératrice : Véronique Thomas-Ollivier)

Comment le langage relatif au mouvement différencie les concepts d'inaction et action ? Conséquences sur les relations entre l'inaction et l'action et les dimensions affectives de valence et dominance

Sébastien Freddi¹, Hélène Verselder¹ et Vincent Dru¹

¹ « Centre de Recherches sur le Sport et le Mouvement » (EA 2931), Université Paris Ouest
Nanterre la Défense

freddi.sebastien@gmail.com

Introduction

Selon les théories de l'incarnation, et notamment le langage incarné, il apparaît qu'un processus cognitif de haut niveau tel que le langage soit étroitement lié aux expériences motrices et perceptives (Kaschak et al., 2005). Dans cette perspective, Albarracin et al. (2008) ont démontré que les concepts d'action (i.e. une production cognitive et/ou motrice) et inaction (i.e. une absence de cette production) pouvaient être mis en jeu par des techniques d'amorçage utilisant des mots (sans différencier les noms, adjectifs et verbes). De plus, McCulloch et al. (2012) ont montré que l'action est évaluée plus positivement que l'inaction. La dominance, définie comme le sentiment de contrôler *vs.* d'être contrôlé par le stimulus, est également sensible à cette distinction action-inaction. En effet, un niveau élevé de dominance est préférentiellement associé à l'action, tandis qu'un faible niveau l'est à l'inaction (Keltner et al., 2003).

Au-delà de l'activation des concepts d'inaction et d'action et des interactions avec les dimensions de valence et de dominance, la nature grammaticale des indices langagiers a une influence sur l'activation corticale des aires motrices et sur les réponses affectives. Ainsi, Rueschemeyer et al. (2007) ont mis en évidence que les verbes relatifs à une action particulière (e.g., donner un coup de pied), comparativement à des mots abstraits, activaient plus fortement les zones corticales correspondantes aux zones motrices associées à l'action (e.g., le pied). Foroni et Semin (2009) ont aussi montré que la présentation de verbes associés à des émotions (*vs.* des adjectifs) entraîne des jugements affectifs de valence plus élevés.

L'objectif de ces études est alors double. D'une part, il s'agit de mettre en évidence que les concepts d'action et d'inaction seraient activés différemment selon la nature des indices langagiers (noms/adjectifs *vs.* verbes, Etude 1). D'autre part, l'objectif est de répliquer l'influence de la nature des indices langagiers exprimant l'inaction et l'action sur la valence et la dominance (Etude 2).

Etude 1

Les participants (n = 147) étaient invités à lire des mots (noms/adjectifs *vs.* verbes) décrivant l'action et l'inaction et à évaluer le concept d'action associé sur une échelle en 7 points allant de exprime l'inaction (-3) à exprime l'action (+3) semblable à celle utilisée par McCulloch et al. (2012). Le plan expérimental se composait de 2 conditions « action » (inaction *vs.* action) et de 2 conditions « mots » (noms/adjectifs *vs.* verbes). Toutes les variables étaient manipulées en intrasujet. Les mots ont été choisis au regard de leurs définitions extrêmes sur l'échelle d'inaction-action utilisée par McCulloch et al. (2012) et de la possibilité de dériver les noms et adjectifs en verbes et les verbes en noms et adjectifs. Au total, quarante huit mots ont été choisis.

Les résultats montrent un premier effet principal de la condition « action ». Les mots associés à l'action sont évalués comme exprimant plus l'action que ceux associés à l'inaction. De plus, les noms et adjectifs sont évalués comme exprimant moins l'action que les verbes. Enfin, nous observons un effet d'interaction. Les verbes d'action (e.g., courir, sauter) sont évalués comme exprimant plus fortement l'action que les noms et adjectifs (e.g., course, saut). Pour les mots exprimant l'inaction, les verbes (e.g., stopper, se reposer) expriment légèrement moins l'inaction que les noms et adjectifs (e.g., stop, repos).

Etude 2

Les participants (n = 168) étaient invités à lire les mêmes mots que ceux utilisés dans l'étude

1. Après avoir lu chaque mot, les participants évaluaient le mot sur une échelle en 9 points relative soit à la valence (score 1 malheureux à 9 heureux), soit à la dominance (score 1 soumis à 9 dominant). Le plan expérimental se composait de 2 conditions « action » (inaction *vs.* action), de 2 conditions « mots » (noms/adjectifs *vs.* verbes) et de 2 conditions « dimensions affectives » (valence *vs.* dominance). Toutes les variables étaient manipulées en intrasujet. L'ordre des échelles de réponse utilisées était contrebalancé (valence puis dominance ou dominance puis valence).

Comme dans l'étude 1, les résultats montrent un effet principal de la condition « action » et de la condition « mots ». Les mots « inaction » et les noms et adjectifs sont évalués moins intensément que les mots « action » et les verbes. De plus, en considérant les dimensions affectives, trois principaux résultats apparaissent. L'ANOVA montre un premier effet d'interaction entre la nature des mots et les dimensions affectives. Le jugement de valence ne diffère pas significativement entre les noms/adjectifs et les verbes. En revanche, le jugement de dominance est plus élevé pour les verbes que pour les noms et adjectifs. Ensuite, un effet d'interaction entre la condition « action » et les dimensions affectives est observé. Le jugement de valence est plus élevé que le jugement de dominance pour les mots « inaction », alors que le jugement de dominance est plus élevé que la valence pour les mots « action ». Enfin, un effet d'interaction triple montre que, pour les mots « inaction », le jugement de valence est supérieur à celui de dominance pour les noms et pour les verbes. En revanche, pour les mots « action », le jugement de dominance est plus élevé que le jugement de valence pour les noms et adjectifs et ce d'autant plus pour les verbes.

Discussion et Conclusion

L'objectif de ces études était de montrer que les interactions entre le mouvement, l'action et les dimensions affectives pouvaient être appréhendées grâce à différents indices langagiers exprimant le mouvement. Ainsi, les verbes, comparativement aux noms et adjectifs, tendent à favoriser l'activation du concept d'action associé à ces mots, et à favoriser la distinction entre les dimensions de dominance et de valence. Plus précisément, dans la perspective syntaxique, la dominance est plus sensible aux verbes que la valence. En ce qui concerne la valence, elle semble être plus sensible à la distinction action-inaction dans une perspective sémantique contrairement à la dominance sensible à la fois aux distinctions syntaxiques et sémantiques.

Ces résultats pourraient avoir des conséquences relatives aux théories de l'incarnation. Ainsi, le langage semble être associé aux expériences motrices et perceptives mais aussi à la manière dont les individus simulent ces expériences au regard de la nature grammaticale des indices langagiers. Toutefois, ces travaux demandent à être développés pour ne plus prendre en compte des indices langagiers isolés mais inclus dans des phrases complexes.

Références

- Albarracín, D., Handley, I. M., Noguchi, K., McCulloch, K. C., Li, H., Leeper, J., Brown, R. D., Earl, A., & Art, W. P. (2008). Increasing and decreasing motor and cognitive output: A model of general action and inaction goals. *Journal of Personality and Social Psychology*, *95*, 510-523.
- Feroni, F., & Semin, G. R. (2009). Language that puts you in touch with your bodily feelings: The multimodal responsiveness of affective expressions. *Psychological Science*, *20* (8), 974-980.
- Kaschak, M. P., Madden, C. J., Therriault, D. J., Yakley, R. H., Aveyard, M., Blanchard, A. A., & Zwaan, R. (2005). Perception of motion affects language processing. *Cognition*, *94*, B79-B89.
- Keltner, D., Gruenfeld, D. H., & Anderson, C. (2003). Power, approach, and inhibition. *Psychological Review*, *110*, 265-284.
- McCulloch, K. C., Li, H., Hong, S., & Albarracín, D. (2012). Increasing and naïve definitions of action and inaction: The continuum, spread, and valence of behaviors. *European Journal of Social Psychology*, *42*, 227-234.
- Rueschemeyer, S. -A., Brass, M., & Friederici, A. D. (2007). Comprehending prehending: Neural correlates of processing verbs with motor stems. *Journal Cognitive Neuroscien*, *19*, 855-65.

Effet de la fatigue et de la privation totale de sommeil sur la perception de la distance égocentrique

Hamza Baati¹, Mohamed Jarraya², Hamdi Chtourou², Liwa Masmoudi¹, Ahmad Hakim³, Rim Marrakchi⁴ et Wassim Moalla¹

¹Research Unit (EM2S), High Institute of Sport and Physical Education Sfax-Tunisia;

²Research Laboratory "Sports Performance Optimization" National Center of Medicine and Science in Sports (CNMSS) Tunis, Tunisia;

³Laboratory of pharmacology of the faculty of médecine Sfax-Tunisia; ⁴Laboratory of biochimie of the Hedi Chaker Hospital Sfax-Tunisia

baatihamza@yahoo.fr

Introduction

Les sportifs sont fréquemment confrontés à des situations de privation de sommeil. Dans ce contexte, le stress et l'anxiété qui précèdent les compétitions, le décalage horaire, le changement du lieu de couchage, les compétitions sportives d'une durée qui dépasse les 24h (navigation en solitaire, ultra triathlon...) et le jeûne du Ramadan, par exemple, peuvent engendrer, chez les sportifs, des privations de sommeil partielle ou totale et uniques ou répétées. Ces perturbations provoquent une diminution des capacités cognitives par atteintes des mécanismes de maintien de l'attention et de vigilance (Goel et al. 2013). En effet, l'estimation de la distance est l'une des tâches cognitives les plus pratiquées dans les activités quotidiennes (Lambourne et Tomporowski, 2010) ainsi que dans les activités sportives. En fait, au cours d'un match, le joueur de football doit estimer la distance pour passer le ballon avec précision tout en fournissant des efforts intenses et répétés et tout en étant privé parfois de sommeil. De ce fait, il est intéressant d'étudier l'effet du couplage de la privation de sommeil et de l'effort physique intense sur l'estimation de la distance égocentrique.

Méthode

10 footballeurs de sexe masculin ($22,81 \pm 1,3$ ans ; $72,83 \pm 10,46$ kg ; $1,79 \pm 0,03$ m) ont participé volontairement à cette étude. Tous ces sujets ont une vision normale ou corrigée. Chaque sujet a estimé différentes distances (i) suite à une nuit de contrôle où les sujets se sont couchés à 22h30 et ils étaient réveillés à 6h du matin et (ii) suite à une nuit de privation totale de sommeil. L'estimation de la distance consiste à percevoir 3 distances dans deux phases différentes. Durant la première phase (Avant l'effort), chaque sujet estime les différentes distances qui le séparent d'une autre personne cible placée sur un point bien déterminé. Durant la seconde phase (Après l'effort), chaque sujet effectue une tâche physique fatigante de type RSA (Répétition de 10 sprints entrecoupés de 24 secondes de récupération) sur un ergocycle (Monark 894^E, Stockholm, Sweden). Immédiatement après la 10^{ème} répétition, chaque sujet estime de nouveau les mêmes distances. Toutes les estimations doivent être prononcées verbalement (en unité de mètre) tout en prenant place sur l'ergocycle. Avant chaque estimation de la distance, nous avons dissimulé le champ visuel du sujet à l'aide d'un rideau afin de cacher les déplacements de la personne cible qui va indiquer à chaque fois une des distances égocentriques suivantes: 15, 25 et 35 mètres (passe courte, passe moyenne et passe longue). L'ordre du choix du type de sommeil et de la distance à estimer a été randomisé. L'erreur de l'estimation de la distance a été calculée comme suit :

$$\text{Erreur de la distance} = \text{Distance estimée} - \text{Distance réelle.}$$

Résultats

L'analyse statistique a montré un effet significatif de la privation totale de sommeil sur la perception de la distance égocentrique ($F_{(1,9)} = 11,22$; $p < 0,01$). En effet, les résultats ont révélé une sous-estimation remarquable (compression de la distance réelle) des distances estimées avant et après la répétition de sprint. D'autre part le post-hoc a indiqué une différence significative entre la nuit de contrôle et celle de privation totale de sommeil en ce qui concerne l'erreur d'estimation au niveau des distances 25 et 35 mètres avant et après l'effort respectivement à $p < 0,05$, $p < 0,001$, $p < 0,01$ et

p<0.001.

Tableau 1 : Moyennes \pm écarts types des erreurs de l'estimation de la distance lors de la nuit de contrôle et la privation totale de sommeil, avant et après l'effort.

Distance	Nuit de contrôle		Privation totale	
	Avant effort	Après effort	Avant effort	Après effort
35 m	2,5 \pm 8,25	4 \pm 5,68	-2,4 \pm 4,71**	-2,9 \pm 5,34***
25m	-2,5 \pm 4,85	1,2 \pm 7,5	-5,6 \pm 4,14*	-4,4 \pm 4,9***
15 m	-1,1 \pm 6,3	-0,4 \pm 4,3	-3,5 \pm 2,014#	-3,7 \pm 2,86 *

* : Significativement différent de nuit de contrôle à p < 0,05

: Significativement différent de la distance 35 m à p < 0,05

Discussion

Les résultats de cette étude ont montré une sous-estimation notable de la distance perçue par rapport aux valeurs enregistrées dans la nuit de contrôle avant et après la répétition de sprint. Cette sous-estimation pourrait être expliquée par la dégradation du processus perceptif en particulier la perception visuelle qui a été affectée par le manque de sommeil. Ces constatations prolongent celles de Wimmer et al. (1992) ; Thomas et al. (2000) et Goel et al. (2013) qui ont montré la détérioration importante des performances cognitives après une privation de sommeil. De même, Davenne et al. (2009) ont montré que la privation totale de sommeil provoque une altération de l'humeur, une dépression, une diminution de la vigilance, et un ralentissement dans l'exécution des mouvements.

Conclusion

L'objectif de cette étude était de vérifier l'effet de la privation totale de sommeil sur l'estimation de la distance égocentrique suite à une tâche fatigante de type RSA chez des footballeurs de sexe masculin. Conformément à ce que nous avons postulé, nos résultats nous ont dévoilés que la privation totale de sommeil affecte significativement l'estimation égocentrique de la distance avant et après l'effort.

Bibliographie :

- Davenne, D. (2009). Sleep of athletes—problems and possible solutions. *Biological Rhythm Research*, 40(1), 45-52.
- Goel, N., Basner, M., Rao, H., & Dinges, D. F. (2013). Circadian rhythms, sleep deprivation, and human performance. *Progress in molecular biology and translational science*, 119, 155.
- Lambourne, K., & Tomporowski, P. (2010). The effect of exercise-induced arousal on cognitive task performance: A meta-regression analysis. *Brain Research*, 1341, 12-24.
- Thomas, M., Sing, H., Belenky, G., Holcomb, H., Mayberg, H., Dannals, R., ... & Redmond, D. (2000). Neural basis of alertness and cognitive performance impairments during sleepiness. I. Effects of 24 h of sleep deprivation on waking human regional brain activity. *Journal of sleep research*, 9(4), 335-352.
- Wimmer, F., Hoffmann, R.F., Bonato, R.A., & Moffitt, A.R. (1992). The effects of sleep deprivation on divergent thinking and attention processes. *Journal of Sleep Research*, 1, 223–30.

L'influence du jeu moteur sur le développement des compétences spatiales

Anis Ben Chikha¹ et Nizar Guemri¹

¹Laboratoire "Sport Performance Optimisation" Tunis, Tunisie
benchikhaanis@yahoo.fr

Introduction

Le système sensorimoteur de l'enfant repose notamment sur la constitution de référentiels égocentriques et allocentriques, qui fonctionnant ensemble ou séparément, effectuent une mise à jour continue de sa propre « cartographie » extracorporelle. Le but de ces systèmes est de permettre la prise de repères et la construction d'un « espace des lieux » dans lequel les objets sont identifiés et localisés en tant que cible de l'action (Paillard, 1991). De nombreuses recherches (Thommen et Rimbart, 2005) s'accordent à dire que le langage spatial ne peut se développer que grâce aux représentations mentales et cognitives que l'on se fait de l'agencement de l'environnement. Spelke et Shusterman (2005) supposent que l'acquisition d'un langage spatial naturel, est à combiner avec certains domaines distincts de nos connaissances sur l'espace.

Cette étude poursuit deux objectifs

1. Evaluer les capacités topologiques des relations spatiales chez une population d'enfants de 7.3 ans (groupe contrôle).
2. Déterminer si le programme d'enseignement basé sur le jeu « échiquier des points » (Voir figure 1), favorise un transfert d'apprentissage ayant pour but d'améliorer ces compétences chez les enfants du groupe expérimental en comparaison avec des enfants du groupe contrôle.

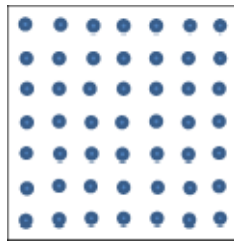


Figure 5 : Echiquier des points

Méthode

Participants

44 élèves âgés de 7.3 ans. (Aucune difficulté d'apprentissage scolaire objectivée. Ces enfants fréquentent une école primaire publique. Leurs parents, de niveau socioculturel moyen, défini par la profession du père. Tous ces enfants sont jugés normaux et bien adaptés à la scolarité. Les enfants se trouvent tous dans la classe correspondant à leur âge chronologique et sont des élèves moyens pour l'ensemble des matières scolaires.).

Les élèves ont été évalués avec un test cotant leurs relations topologiques (RTD Lacert, 2010). En fait, chaque enfant doit reconnaître à partir d'une feuille « référent » présentant 09 points, la place de chaque point figurant seul que l'examineur lui présente sur d'autres feuilles « stimulus ». Une fois la passation référent à droite terminée, l'examineur intervertit feuille référent et feuilles stimuli et commence la passation, référent à gauche.

3 types de réponses sont enregistrés : réponse correcte, réponse en miroir et erreur.

Procédure

Le jeu se déroule sur un grand carré tracé au sol dans la cours de l'école divisé en 36 autres carrés sous forme d'échiquier avec 49 points sur chaque intersection. Ce jeu aurait principalement pour objectif l'organisation spatiale à travers la mise en action de la capacité des enfants de se situer dans l'espace, de déterminer la position que l'on occupe par rapport à des repères et à un système de coordonnées ainsi qu'agencer correctement les différents déplacements selon les différentes relations topologiques possible, décrites par les diverses variantes proposées. L'orientation spatiale est associée à la perception et la structuration spatiale est associée à l'abstraction et au

raisonnement. En effet, l'objectif de ce jeu est l'acquisition de compétences spatiales qui permet :

- la représentation des points et des formes.
- l'appréciation des distances et des directions.

Nous avons programmé pour notre expérience un programme d'intervention s'étalant sur 12 semaines, à raison de deux séances de 50 minutes par semaines.

Résultats

Tableau 1 : Moyennes et écarts types des paramètres de l'étude avant et après l'apprentissage pour les deux groupes.

Paramètres	Groupe témoin (N = 22)			Groupe expérimental (N = 22)		
	Avant	Après	Δ (Δ%)	Avant	Après	Δ (Δ%)
Nombre de miroirs D	1,36±0,79	1,27±0,63	0,09 (6,67%)	1,32±0,84	0,45±0,51***###	0,86 (65,52%)###
Nombre de miroirs G	1±0,53	0,91±0,43	0,09 (9,09%)	1±0,62	0,36±0,49***###	0,64 (63,64%)##
Nombre d'erreurs D	1±0,98	0,86±0,89	0,14 (13,64%)	1,05±1,21	0,14±0,35***##	0,91 (86,96%)##
Nombre d'erreurs G	0,32±0,48	0,23±0,43	0,09 (28,57%)	0,5±0,8	0,05±0,21**	0,45 (90,91%)
% cumulés de miroirs D	15,18±19,02	15,55±18,9	-0,36 (-2,4%)	15,32±19	60±44,85***###	-44,68 (-291,69%)###
% cumulés de miroirs G	26,91±29,76	27,27±29,59	-0,36 (-1,35%)	27,05±29,7	69,45±41,36***###	-42,41 (-156,81%)###
% cumulés d'erreurs D	34,91±45,52	39,23±47,03	-4,32 (-12,37%)	39,14±47,1	87,05±33,37***###	-47,91 (-122,42%)###
% cumulés d'erreurs G	66,36±42,91	74,55±38,6	-8,18 (-12,33%)	66,36±42,91	90,91±19,19**	-24,55 (-36,99%)

* Différence significative par rapport à l'avant apprentissage à $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$

Différence significative par rapport au groupe témoin à $p < 0,05$; ## $p < 0,01$; ### $p < 0,001$.

Discussion

Des différences significatives sont enregistrés entre le groupe témoin et le groupe expérimental au niveau de l'après apprentissage (à l'exception du nombre d'erreurs G et % cumulés d'erreurs G). En concordance avec de nombreuses études, le déplacement constitue une expérience motrice et sensorielle, en lien avec la mémoire, qui permet de comprendre l'organisation spatiale du milieu. (Viader, Eustache & Lechevalier, 2000 et Bidet-Ildéi, Orliaguet & Coello, 2011). Pour être représenté, l'espace doit être expérimenté car l'enfant en se déplaçant modifie simultanément sa perception de l'environnement et ainsi développe son acquisition spatiale topologique.

Bibliographie

- Bidet-Ildéi, C., Orliaguet, J.P., & Coello, Y. (2011). Rôle des représentations motrices dans l'identification des mouvements humains. *L'année Psychologique*, 111, 409-445.
- Paillard, J. (1991). Motor and representational framing of space. *Brain and space*. Oxford : Oxford university press. 163-182.
- Spelke, E., Shusterman A. (2005). *Langage and the development of spatial reasoning*. In Carruhers. P., Laurence. S., & Stich. S. *The innatesmind : structure and contents*. Oxford : Oxford University Press
- Thommen, E., Rimbart, G. (2005). *L'enfant et les connaissances sur autrui*. Paris, France : Belin. 59-80
- Viader, F., Eustache, F., & Lechevalier, B. (2000). *Espace, geste, action*. Bruxelles, De boeck.

Relation entre l'activité physique et la fonction cognitive chez l'adolescent : l'étude HELENA

Jérémy Vanhelst¹⁻², Laurent Béghin¹⁻², Alain Duhamel³, Yannis Manios⁴, Denes Molnar⁵, Sefaan De Henauw⁶, Luis Moreno⁷, Francisco B. Ortega⁸⁻⁹, Michael Sjöström⁹, Kurt Widhalm¹⁰ et Frédéric Gottrand¹

¹ Inserm, LIRIC UMR995, University of Lille, Lille, France;

² CIC-PT-1403-Inserm-CH&U, University Hospital, Lille, France;

³ Department of Biostatistic, University of Lille, Lille, France;

⁴ Department of Nutrition and Dietetics, Harokopio University, Athens, Greece;

⁵ Department of Pediatrics, Pécs University, Pécs, Hungary;

⁶ Department of Movement and Sport Sciences, Ghent University, Ghent, Belgium;

⁷ GENUD (Growth, Exercise, Nutrition and Development) research Group, Escuela Universitaria de Ciencias de la Salud, Zaragoza University, Zaragoza, Spain;

⁸ School of Sport Sciences, University of Granada, Spain;

⁹ Unit for Preventive Nutrition, Department of Biosciences and Nutrition, Karolinska Institutet, Huddinge, Sweden;

¹⁰ Private Medical University Salzburg, Dept. of Pediatrics, Austria.

jeremy.vanhelst@chru-lille.fr

Introduction

L'activité physique (AP) est un déterminant important de la santé chez l'enfant et l'adolescent. La cognition intègre mémoire, vitesse de réaction, attention et concentration, ces 2 derniers étant particulièrement importants chez l'enfant car indispensables aux processus de compréhension et d'apprentissage. Une méta-analyse sur la relation entre l'AP et la cognition chez les enfants (Sibley & Etnier, 2003) a montré une relation positive significative entre l'AP et la fonction cognitive chez l'enfant, sans que les capacités d'attention aient été spécifiquement étudiées. Le but de notre travail était donc d'évaluer la relation entre l'AP, mesurée objectivement, et la capacité d'attention chez des adolescents européens.

Matériels & méthodes

Cette étude ancillaire comprenait 273 adolescents (126 garçons, 147 filles) âgés de 12,5 à 17,5 ans, ayant participé à l'étude HELENA (www.helenastudy.com). Les données ont été recueillies dans 5 pays européens (France, Espagne, Allemagne, Hongrie et Grèce. Après information et consentement les adolescents étaient examinés (poids, taille, stade pubertaire...). Le poids et la taille de chaque adolescent ont été mesurés à l'aide d'une bascule électronique de précision (SECA 871; SECA, Hamburg, Germany) et d'une toise (SECA 225; SECA). L'endurance cardiorespiratoire a été mesurée par le test navette (Léger et al., 1988). Les adolescents ont réalisé le test D2 qui a permis d'évaluer les capacités d'attention (Brickenkamp & Zillmer, 1998). L'AP quotidienne a été mesurée par l'intermédiaire d'un accéléromètre uniaxial (ActiGraph, Pensacola, USA, FL). Les adolescents ont porté l'appareil à l'aide d'une ceinture élastique autour de leur taille durant une semaine complète. L'appareil était programmé pour détecter les mouvements toutes les 15 secondes. L'évaluation du temps passé en AP modérée et vigoureuse a été basé sur les plages de 2000-2999 et > 2999 counts.min⁻¹, respectivement (Ekelund et al., 2007). L'analyse multivariée a été ajustée sur des facteurs confondants (l'âge, l'indice de masse corporelle, le centre, la VO₂max et le niveau d'éducation des parents). La méthode des courbes ROC a été utilisée pour déterminer des seuils d'AP en fonction de la capacité d'attention.

Résultats

Une analyse descriptive de la population étudiée est présentée dans le tableau 1. L'analyse multivariée ajustée pour le niveau d'éducation des parents, l'âge, l'IMC, le centre, et la VO₂max, montre que le temps passé en AP modérée ou modérée à vigoureuse dans des conditions habituelles

de vie était positivement associé à la capacité d'attention ($P < 0,05$) (tableau 2). Un haut niveau d'AP modérée à vigoureuse était associé à une meilleure capacité d'attention, indépendamment des autres variables. Les analyses des courbes ROC ont montré que les seuils d'AP permettant d'avoir un effet positif sur la capacité d'attention étaient ≥ 41 , ≥ 12 , and ≥ 58 min/jour pour l'AP modérée, vigoureuse et modérée et vigoureuse, respectivement.

Tableau 1. Caractéristiques des adolescents (147 filles and 126 garçons)

	Moyenne \pm EC	Etendues
Age (an)	14.2 \pm 1.1	12.5–16.9
Taille (cm)	165.3 \pm 8.7	143.8–189.4
Poids corporel (kg)	58.4 \pm 12.6	35.4–105.7
IMC ($kg \cdot m^{-2}$)	21.3 \pm 3.7	15.4–35.1
VO ₂ max ($ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$)	41.4 \pm 7.2	28.3–59
Niveau d'éducation du père (I/II/III/IV)(%) ^a	7/31/25/37	----
Niveau d'éducation de la mère (I/II/III/IV)(%) ^a	10/24/32/34	----
Capacité d'attention (PR) ^b	44.6 \pm 30.1	16–99
Capacité d'attention (I/II) (%) ^c	31/69	
AP modérée ($min \cdot jr^{-1}$)	43.3 \pm 14.6	16.7–100.7
AP vigoureuse ($min \cdot jr^{-1}$)	20.1 \pm 13.0	1.3–63.2
AP modérée à vigoureuse ($min \cdot jr^{-1}$)	63.3 \pm 24.0	20.4–155.65

^a Niveau éducation: faible (I); secondaire (II); élevé (III); très élevé (IV). ^b capacité d'attention exprimé en percentile. ^c Capacité d'attention: mauvaise (I), bonne (II). AP : Activité Physique

Tableau 2. Association entre les niveaux d'AP et la capacité d'attention

Niveaux AP	$\beta \pm SE$	P*	Coefficient Partiel détermination
AP modérée	0.30 \pm 0.13	0.0195	0.016
AP vigoureuse	0.17 \pm 0.15	0.2439	0.004
AP modérée à vigoureuse	0.17 \pm 0.08	0.0352	0.013

β = coefficients de régression; SE = Standard Error

* P ajusté sur les facteurs confondants : âge, IMC, niveau d'éducation des parents, centre, VO₂max
AP : Activité Physique

Conclusion

Les résultats de ce travail montrent une association positive entre l'AP et la capacité d'attention chez l'adolescent. L'AP modérée à vigoureuse pourrait jouer un rôle dans l'amélioration de la capacité de l'attention chez les adolescents, qui est une composante importante de la fonction cognitive. Les données obtenues à partir de cette étude contribuent à développer une meilleure compréhension du lien entre l'AP et la capacité d'attention. Ceci suggère donc que promouvoir l'AP modérée et vigoureuse peut être bénéfique pour la fonction cognitive de l'adolescent.

Références

- Brickenkamp, R., Zillmer, E. (1998). The d2 Test of Attention. Hogrefe and Huber Publishers, Seattle.
- Ekelund, U., Anderssen, S.A., Froberg, K., Sardinha, L.B., Andersen, L.B., Brage, S. (2007). Independent associations of physical activity and cardiorespiratory fitness with metabolic risk factors in children: the European youth heart study. *Diabetologia* 2007, 50(9), 1832–1840.
- Leger, L.A., Mercier, D., Gadoury, C., Lambert, J. (1988). The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. *Journal of Sports Science*, 6, 93-101.
- Sibley, B.A., & Etnier, J.L. (2003). The relationship between physical activity and cognition in children: A meta-analysis. *Pediatric Exercise Science*, 15(3), 243-256.

Session Orale N°29

Sciences sociales : entraînements et handicaps

(Modératrice: Magali Sizom)

La culture physique au service de la constitution d'une discipline sportive compétitive à la fin du XIX^e siècle : l'haltérophilie

*Philippe Campillo*¹

¹ URePSSS « Sport, Santé, Société », EA 4110, Université de Lille
philippe.campillo@univ-lille2.fr

Les origines historiques et étymologiques ancestrales de l'haltérophilie puisent dans la manipulation d'engins manuels, plus spécifiquement dans l'exécution de mouvements avec des haltères. Outils d'entraînement déjà d'un usage très répandu chez les sportifs de la Grèce antique et dont certains modèles sont exposés au Musée national archéologique d'Athènes (Knoepfler, 1994). Instruments abandonnés du culte du corps et de la force, c'est plusieurs siècles plus tard, à la Renaissance, que François Rabelais (1494-1553) relatant en 1534 les chroniques gargantuesques, dans une plaidoirie pour une culture humaniste, qu'il fait référence à deux grosses « saulmones de plomb » (1879, p. 105) pour éduquer et fortifier son personnage. En 1569, plus sérieusement, Jérôme Mercurialis (1530-1606) rassemblant les travaux de ses prédécesseurs Galien, Hippocrate, Philostrate, Végèce..., dans le traité *De arte gymnastica* pour élaborer finalement ce que sera le premier livre de gymnastique occidentale évoque l'utilisation et le rôle des exercices avec haltères, leurs incidences par la pratique de mouvements construits sur la santé humaine que sa connaissance de l'époque des fonctions du corps et son érudition des textes anciens accèdent (Agasse, 2006).

Mais si l'on considère la genèse de l'haltérophilie dans ses prémices de mouvements compétitifs normalisés et réglementés, dans son statut de discipline olympique alors l'histoire de cette pratique se situe à la fin du XIX^e siècle. Elle trouve ses principes dans les exhibitions foraines, les arrière-salles de cafés, les gymnastiques de planchers, mais surtout dans la gymnastique orthopédique pratiquée avec des haltères courts, des barres à sphères et selon des principes de localisation musculaire introduits en France par Hippolyte Triat (1812-1881). Artiste de poses plastiques et de lever de poids mais aussi propagandiste depuis son gymnase d'une certaine méthode « pour la régénération de l'homme » il généra un énorme engouement chez l'élite parisienne. Cependant, malgré son impulsion cette pratique ne se généralise pas immédiatement en France alors que le goût de l'effort physique par la gymnastique se développait.

C'est Edmond Desbonnet (1868-1952) qui souhaitant une dimension esthétisante à la gymnastique (Fouret, 2000) et améliorer la santé pour le plus grand nombre en réaction contre la décadence de *la Belle Epoque*, fonde la première école de culture physique, en 1885, au fond d'une cour de café à Lille. Depuis le slogan « Santé, Beauté, Force », sa méthode se généralise à Paris, en 1899 et en France par la formation de professeurs de culture physique, le développement d'un réseau de salles et la publication de plusieurs journaux *L'Athlète*, *L'Éducation Physique*, *La culture Physique*, *La Santé par les sports*, où ses théories sont expliquées et illustrées avec des photographies d'athlètes célèbres dont il se fait le portraitiste.

Le prestige des « Écoles Desbonnet » atteint son apogée entre les deux guerres et l'étude spécifique des articles de la revue *La culture Physique* parus de 1904 à 1962 se révèle particulièrement intéressante pour analyser la construction sociale des mouvements haltérophiles. En effet, au cours de cette longue période historique qui traverse deux guerres, les postures, les mouvements, les techniques du corps se modifient, les représentations standardisées des corps se métamorphosent, elles aussi. Les appareils, les instruments et les méthodes d'entraînement comme les performances, évoluent lors de compétitions de plus en plus structurées et normalisées.

Alors que les paris compétitifs entre certains hercules, véritables rois de la force par leur notoriété généralisent à partir de 1880 la création d'associations de poids et haltères en Allemagne, en Autriche et en France, les mouvements se codifient cependant laborieusement pour comparer les performances lors des compétitions dont la première a lieu à Londres, le 28 mars 1887. Les premiers championnats d'Europe sont organisés à Rotterdam en 1896. En France, c'est sous l'égide d'Edmond Desbonnet que les compétitions de forces aux multiples mouvements (le développé, l'arraché, l'épaulé et jeté à un et à deux bras, le dévissé, la volée d'un bras et le bras tendu) tentent

de se réglementer en des prémices d'organisation nationale. Il convenait d'envisager un contrôle sérieux des performances avec la formation de « dynamomètres » et l'élaboration des premiers tableaux de records. Son investissement à l'*Haltérophile Club de Paris* appelé plus tard *Haltérophile Club de France* (H.C.F société fondée en 1900), assure les premiers championnats de poids et haltères de 1901 organisés par l'*Auto* à Paris au cirque Molier (1880-1933) où Alexandre Maspoli (1875-1943) sortit vainqueur chez les amateurs ; le championnat du 5 octobre 1903 organisé par l'*Auto* au Moulin-Rouge et où triomphèrent le Français Pierre Bonnes dans la catégorie des professionnels et le Suisse François Lancoud dans celle des amateurs. A citer encore le championnat à Paris organisé en 1904 par la *Culture Physique* et l'*Haltérophile-Club de France*, le championnat de France organisé en 1905 par l'*Auto* et l'HCF remporté par Maspoli ; le championnat du Monde de Force, organisé en 1905 par les Sports et l'HCF et dont Bonnes fut encore une fois le vainqueur.

Cependant les premières compétitions de 1903 à 1910 comportent un nombre éclectique de mouvements au règlement désordonné, allant parfois jusqu'à 17. C'est le 23 mars 1914 que le lutteur et leveur de poids français Jules Rosset (1896-1994) associé à des champions sportifs fonde la *Fédération Française de Poids et Haltères* à Paris, et, grâce à l'appui du journaliste sportif Frantz-Reichel (1871-1932), parvient à faire inscrire l'haltérophilie au programme olympique. Il participe aussi à la création de la fédération internationale d'haltérophilie en 1920 préexistante depuis 1905 sous la forme d'une organisation groupant lutte et haltérophilie. Il en sera le président de 1920 à 1937 puis de 1946 à 1952. L'histoire de l'intégration olympique de l'haltérophilie révèle aussi les grandes difficultés pour s'imposer dans le programme compétitif. Sans règles vraiment codifiées, en démonstration aux Jeux de la première olympiade d'Athènes en 1896 et de Saint Louis (1904) où les épreuves se déroulent dans l'indifférence absolue elle est admise provisoirement aux J.O d'Anvers pour l'exécution de 2 mouvements d'un bras et un mouvement à deux bras pour 5 catégories de poids de corps.

Certains témoignages et non des moindres sont évocateurs du travail de structuration qui restait à faire dans les années 20 en effet, dans le magazine *Le Miroir des sports*, Ernest Cadine champion olympique d'été toutes catégories dans le concours des poids et haltères à Anvers (1920), évoquait en 1926, « *Je suis persuadé, du reste, que les différents records de poids et haltères, actuellement existants, seraient beaucoup plus élevés et plus difficiles à battre, si ce sport de force pure exerçait plus d'attrait sur la foule, et si les épreuves officielles étaient plus nombreuses. Songez qu'il n'y a, pour les amateurs, qu'un seul concours annuel : le championnat de France ; quant aux professionnels, ils sont complètement abandonnés à eux-mêmes. Qui sait pourtant si un championnat professionnel de France et du monde n'intéresserait pas le public et ne fournirait pas l'occasion d'établir de belles performances ? L'absence de toute épreuve régulière a obligé les professionnels à s'exhiber sur les champs de foire et à discréditer ainsi le beau sport des poids et haltères* » (p. 347), l'histoire de l'haltérophilie semble lui avoir donné raison.

Références

- Knoepfler, D. (1994). Haltère de bronze dédié à Apollon Hékabolos dans la collection G. Ortiz (Genève). *Comptes rendus des séances de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres*, 138(2), 337-379.
- Fouret, C. (2000). *L'échappée sportive : sport, gymnastique et éducation physique dans le Nord du Moyen Âge à 1945*. Lille : Archives départementales du Nord.
- Cadine, E. (1920). Ma carrière de champion des poids et haltères. *Le miroir des sports*, 363, 346-347.
- Mercurialis, J. (2006). *L'art de la gymnastique. Livre premier. De arte gymnastica. Liber primus*. [Édition, traduction, présentation et notes par Jean-Michel Agasse]. Paris : les Belles Lettres.
- Rabelais, F. (1879). *Les grandes et inestimables croniques du grant et énorme géant Gargantua [...]*. Niort : imprimerie de L. Favre.

Catégories sportives, athlètes handicapés et technologie

François Mandin¹

¹ EA 1165 « Centre de Droit Maritime et Océanique », UFR STAPS, Université de Nantes
francois.mandin@univ-nantes.fr

La compétition sportive repose sur un ensemble de catégories. Le but de ces catégories est de placer les athlètes dans une situation d'égalité la plus concrète possible afin que le vainqueur soit indiscutable. Elles fondent le droit de participer à la compétition et la validité du résultat. Le classement du compétiteur dans une catégorie interdit en principe de concourir dans une autre catégorie. Les distinctions fondées sur le genre, l'âge ou le poids sont souvent retenues. Il en est de même de la classification entre les athlètes dits valides et les athlètes dits handicapés. Elle conduit à séparer les compétitions (jeux olympiques, jeux paralympiques). L'égalité sportive justifie-t-elle cette classification fondée sur le handicap ? Faut-il différencier entre les handicaps dans tous les sports ? Quelles ont été les évolutions de la réglementation sportive sur ce point ? Quelles sont les perspectives d'avenir ?

Cette classification a déjà été discutée par certains sportifs handicapés. Les innovations technologiques ont permis de concevoir des prothèses qui atténuent, voire effacent, sur le plan sportif, le handicap. Des athlètes dits handicapés ont demandé à participer aux compétitions des sportifs dits valides. Sur le plan sportif, cette demande a généré débats et controverses. Les prothèses, alors même qu'elles les placent ou replacent au rang des personnes dites valides, sont envisagées comme des « produits » procurant un avantage technologique dénaturant l'égalité entre compétiteur. On arrive ainsi à une sorte de paradoxe : le sportif handicapé, utilisant une prothèse, serait au plan sportif, plus avantageux. La figure du sportif bionique, voire de « l'homme augmenté » est en arrière-plan. Comment analyser juridiquement ce paradoxe ? Quelles ont été les propositions normatives sur ce point ?

Les débats en cours dans le domaine des compétitions sportives rejoignent des questions plus générales. Les classifications internationales proposent aujourd'hui de distinguer les notions de déficience, d'incapacité et de handicap. De sorte que la dénomination de personnes en situation de handicap tend à se substituer à celle de personne handicapée. Cette évolution est-elle prise en compte dans le domaine sportif ? Faut-il considérer que la possibilité pour un sportif handicapé d'utiliser des prothèses participe de l'égalité des chances (Loi n°2005-102 du 11 février 2005 pour l'égalité des droits et des chances, la participation et la citoyenneté des personnes handicapées) ? L'égalité sportive doit-elle alors se fondre dans le processus d'égalité des chances ? Si cette perspective se dessinait, quel serait en retour son impact sur l'égalité sportive et plus largement sur le recours aux prothèses et/ou aux aides « technologiques » dans le sport ?

Références

Buy Frédéric (2012). *Droit du sport*, LGDJ, Paris, 3^e éd.

Ministère des sports (2014). *Sport, handicap et discrimination*, Pôle Ressources Nationales « Sport et Handicap ».

Callède Jean-Paul (2012). Les sportifs bioniques : entre logique réparatrice et tentation transgressive, Perspectives normatives, Communication Colloque *L'Humain Augmenté. État des lieux et perspectives critiques*, Institut des Sciences de la Communication du CNRS, Paris, vendredi 14 décembre 2012.

Ryall Emily (2012), Humans, athletes and cyborgs: Where next for sport? *Bulletin of Sport and Culture* 35: 7-9.

Loi n° 2005-102 du 11 février 2005 pour l'égalité des droits et des chances, la participation et la citoyenneté des personnes handicapées

Code du sport

Mercredi 28 octobre 2015

14 h 15 – 15 h 15

Conférence Invitée

***Étudier la fatigue extrême de l'athlète permet-il de
comprendre celle du patient ?***

Pr. Guillaume Millet (Université de Calgary, Canada)

Is the study of extreme fatigue useful for understanding patient fatigue?

Guillaume Y. Millet

Human Performance Laboratory, Faculty of Kinesiology, University of Calgary, Calgary, Canada

Acute and chronic fatigue

Neuromuscular fatigue is an exercise-related decrease in the maximal voluntary force or power of a muscle associated with an increase in the perceived effort necessary to exert the desired force. Reduction of maximal performance can originate at several potential sites that are usually classified as being proximal (central fatigue) or distal (peripheral fatigue) to the neuromuscular junction (Millet et al. *Eur J Appl Physiol* 2011). Central fatigue is an alteration within the central nervous system leading to a de-recruitment of motor units and/or a decrease of the discharge frequency below the frequency of tetanic fusion, both factors leading to force or power decline. Peripheral fatigue is related to mechanisms within the muscle.

Chronic fatigue that affects patients, e.g. cancer related fatigue occurs in ~1/3 of survivors months and years after the end of the treatment, may encompass neuromuscular fatigue but is much more complex. Many other parameters such as tissue oxygenation, sleep disorders, inflammation or psycho-social issues can potentially play a role to explain permanent high level of subjective fatigue (Figure 1).

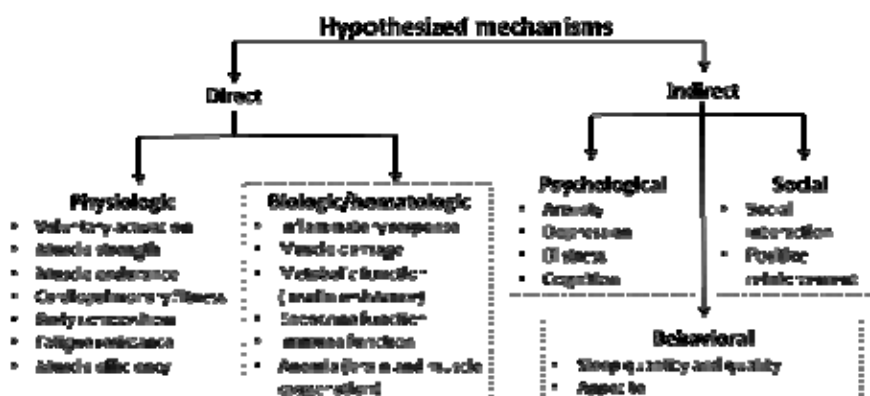


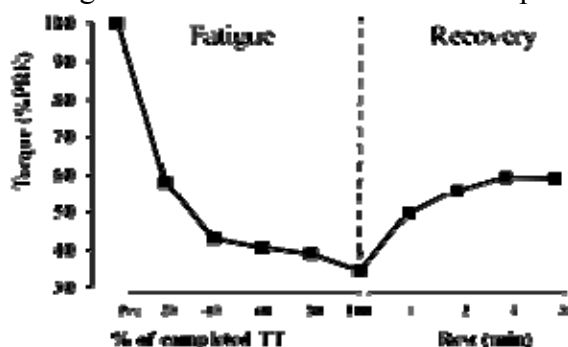
Figure 1. Potential mechanisms of cancer-related fatigue (adapted from McNeely et al. 2010).

In this presentation, we will try to show that studying athletic populations, including in extreme conditions, may help understanding fatigue in patients (i) from a methodological perspective, (ii) in conditions of reduced O₂ delivery to tissues and (iii) for exercise with sleep deprivation/restriction.

A slight recovery is too much recovery

Not much is known in the objective causes of chronic fatigue (e.g. cancer survivors, fibromyalgia). In particular, the potential role of neuromuscular fatigability during exercise still has to be investigated properly in the big picture of chronic fatigue. The rare studies that have addressed this question have used single-limb (mostly upper-body) exercises in isometric contractions. However, even if this type of experiment is important in understanding fundamental neurophysiology of fatigue, not many daily living activities involve sustained or repeated isometric contractions. So whole-body dynamic exercise should be used to assess fatigue resistance in patients. In that case, neuromuscular function can be assessed pre- and post-exercise by measuring EMG and forces responses to electrical or magnetic stimulation and comparing data in the “fatigued” vs “rested” state. However, by doing so, there is usually a delay between exercise cessation and neuromuscular function assessment. This is problematic because maximal strength, maximal voluntary activation corticospinal excitability and muscle contraction properties recover rapidly. For instance, we have shown (Froyd et al. *J Physiol*, 2013) that single twitch response can increase by as much as 15% within the first minute of recovery (Figure 2). In other words, the timing of muscle testing when

performed, as usually do, as early as 1 to 2 minutes after exercise, prevents the provision of information about central and peripheral fatigue responses in whole-body exercise, potentially leading to erroneous conclusions. In the presentation, we will propose a way to address this issue.



In addition, for both athletes and patients – yet for different reasons – discomfort needs to be minimized and motivation for testing up to task failure is not always present. This is why the new test was based on the QIF test (Bachasson et al. *Clin Neurophysiol*, 2014; *J Electromyogr Kinesiol*, 2013), that we recently validated. The QIF test allows to limit the influence of subject's cooperation and motivation.

Figure 2. Short-term recovery of single twitch after an intense dynamic exercise (adapted from Froyd et al, 2013)

Central and peripheral fatigue in hypoxia and normoxia

Central fatigue is variably implicated in fatigue, depending mostly on the type of exercise (i.e. large reduction in maximal voluntary activation for extreme duration exercises, e.g. Martin et al. *J Appl Physiol*, 2010; Millet et al *PLoS One*, 2011), but the problem is further complicated by the fact that (i) environmental conditions such as altitude may exacerbate central fatigue or perceived exertion (Verges et al, *Am J Physiol Regulatory Integrative Comp*, 2012; Rupp et al. *J Neurophysiol* 2012) and (ii) cognitive function – another type of central alteration – can also be affected in hypoxia. This may also apply to chronic fatigue in patients with low level of O₂ arterial saturation. We have shown that only severe hypoxia (at a level of deoxygenation rarely reached in patients) directly affect the brain (Millet et al. *J Appl Physiol*, 2012), yet central command may still be affected at lower levels of hypoxia. The reason is that decreasing systemic O₂ transport increases the rate of peripheral fatigue which can directly affect performance in both patients and athletes and can also alter central command and rating of perceived exertion (RPE), mainly via Group III & IV afferent fibers. Indeed, while central and peripheral fatigues are sometimes independent, they often interact. In particular, central drive can be reduced through a combination of influences including decreased excitatory and increased inhibitory reflexes (feedback). It has also been proposed that feedforward mechanisms, related to peripheral dysfunction, could indirectly reduce performance and increase subjective fatigue in athletes and patients.

The effects of sleep loss on performance

We and others have shown that endurance performance and cognitive function are deteriorated with acute sleep deprivation (SD). Increased RPE, rather than increased muscular and central fatigue, is likely to explain decrease in performance during prolonged exercise following SD (Temesi et al. *Med Sci Sports Exerc*, 2013). RPE increase also applies to chronic sleep restriction that occurs in various diseases and may partly explain the lack of motivation for training in patients with sleep disorders. We also evidenced that “banking” sleep, i.e. increasing time in bed 2 h/day for 1 week before SD, helps preventing cognitive and motor performance impairments (Arnal et al. *Sleep*, 2015). It is very likely that these results are of considerable interest in ultramarathon, yet this does not apply to sleep disorders in patients.

In conclusion, we have proposed that the “Flush model” (Millet, *Sports Med* 2011) can explain how ultra-marathon performance is regulated by various components that include - but are not limited to – neuromuscular fatigue. Here, we are proposing that this model can also be applied to chronic fatigue in patients.

Mercredi 28 octobre 2015

15 h 30 – 16 h 45

**Session de
communications orales**

Session Orale N°30

Neurosciences

(Modérateur : Yannick Blandin)

Distinction entre potentiel d'adaptabilité et adaptations effectives dans la réalisation d'une tâche motrice

Grégoire Vergotte¹, Kjerstin Torre¹ et Stéphane Perrey¹

¹ Laboratoire Euromov : Movement To Health (EA 2991), Université de Montpellier
gregoire.vergotte@univ-montp1.fr

Introduction

Adopter une approche « systèmes complexes » de la sensori-motricité humaine sous-entend qu'il existe un riche ensemble d'interactions multi-échelles entre les éléments pour réaliser la tâche. Cette approche envisage que la configuration fonctionnelle du système se reflète dans la structure des séries temporelles qu'il génère. En particulier, les propriétés corrélationnelles (notamment fractales) de ces séries ont été supposées refléter l'adaptabilité d'un système, qui est l'une des propriétés essentielles d'un système complexe sain/viable (Whitacre & Bender, 2010), et peut se définir comme sa capacité à modifier son fonctionnement pour faire face aux imprévus externes (dus à l'environnement, à la tâche) ou internes (évolution pathologique ou vieillissement, par exemple), et continuer à réaliser sa fonction. Ainsi, l'évolution des propriétés fractales a été considérée comme un marqueur de (i) l'état du système sous-jacent en termes de potentiel d'adaptabilité, et (ii) la réduction/perte de ce potentiel d'adaptabilité due à une perturbation forte du système ou une pathologie (Goldberger & al., 2002). Les analyses mono-fractales (Detrended Fluctuation Analysis, DFA) ont été utilisées pour étudier les corrélations à long terme d'une série temporelle. L'exposant mono-fractal α permet de mettre en évidence les fluctuations fractales (« bruit $1/f$ ») qui sont la signature d'une complexité maximale du système (Goldberger & al., 2002). De nombreux auteurs démontrent, dans des situations pathologiques très variées, une perte de complexité du système. Or une littérature récente, hors de tout contexte pathologique, a démontré quant à elle une perte de complexité d'apparence identique mais induite par une implication accrue de différentes sources de feedback pour réaliser une tâche malgré différentes contraintes imposées (e.g., Slifkin & Eder, 2012). Les analyses mono-fractales reflétant une perte de complexité ne permettraient donc pas de discriminer entre, d'une part, la perte d'adaptabilité d'un système pathologique ou vieillissant, et, d'autre part, un système sain présentant des adaptations effectives par l'implication accrue de différentes sources de feedback. D'un point de vue plus fonctionnel, l'adaptabilité d'un système peut être associée à un phénomène d'intermittence, qui implique la coexistence de multiples configurations structurelles mises en jeu pour réaliser une fonction. L'un des principes d'organisation pouvant sous-tendre l'intermittence est la *dégénérescence*, qui se définit comme une relation structure/fonction de type « many-to-one » (Whitacre & Bender, 2010), où de multiples configurations peuvent être impliquées de manière plus ou moins intermittente pour réaliser la tâche. Ainsi le niveau de dégénérescence d'un système peut être considéré comme lié à son potentiel d'adaptabilité, les différentes configurations fonctionnelles exploitées au cours de la tâche démontrant les adaptations effectivement mises en œuvre. Des analyses multi-fractales, telles que la MF-DFA, permettent de rendre compte de la présence de différentes corrélations plus ou moins fortes, présentes dans une même série. Ainsi, la distribution (largeur du spectre d'exposants) peut être supposée refléter le phénomène d'intermittence du système, avec les configurations fonctionnelles alternativement mises en œuvre au cours de la tâche.

Par conséquent, cette étude visait à préciser les significations fonctionnelles des propriétés mono- et multi-fractales en différenciant l'adaptation effective, qui permet de réaliser une tâche sous différentes conditions tout en conservant un même niveau de performance, du potentiel d'adaptabilité, qui représente une plus ou moins grande capacité à mettre en œuvre de telles adaptations.

Méthode

Une tâche de tapping auto-cadencé (512 intervalles inter-tapes à 1,5 Hz avec un accéléromètre sur l'index) a été réalisée en conditions de privation de différentes sources de feedback sensoriel ($A =$

auditif avec casque acoustique et/ou V = visuel avec masque et/ou T = tactile par suppression de la surface de tape et/ou proprioceptif) par 69 sujets randomisés (âge $23,8 \pm 5,6$) et un sujet pathologique désafférenté (IW). Les analyses mono-fractales (DFA) et multifractales (MF-DFA) étaient appliquées aux intervalles inter-tapes produits. L'indicateur de performance motrice communément utilisé (CV) a également été quantifié.

Résultats

Comme attendu, et en accord avec la littérature sur le tapping auto-cadencé, les résultats ne montrent pas de dégradation significative de la performance, sauf pour IW. De façon conjointe, l'exposant α -DFA ne présente pas de différence entre les conditions, sauf une diminution significative pour IW. En revanche, l'exposant multi-fractal (MF-DFA) augmente avec le nombre de feedbacks supprimés (Figure 1), indépendamment de la modalité sensorielle concernée.

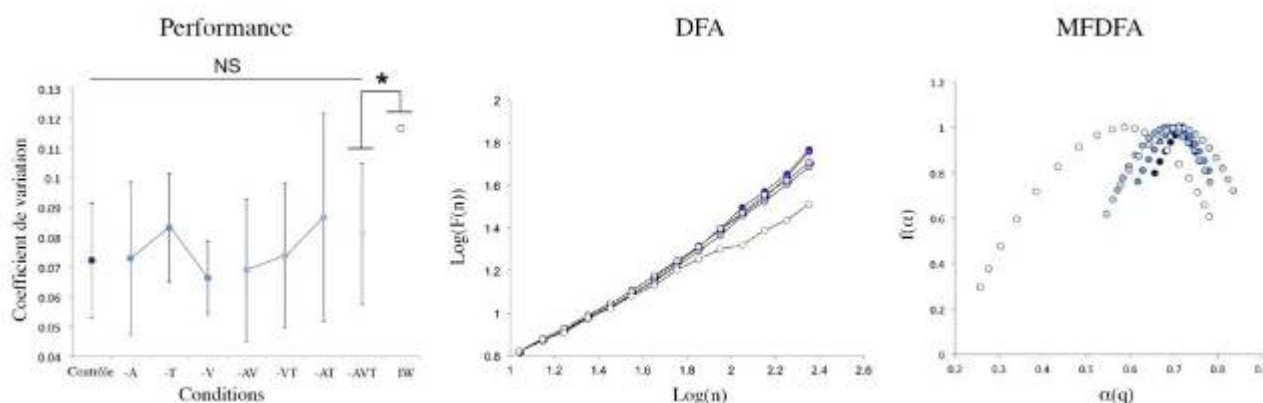


Figure 1. Résultats de performance (CV) et des propriétés monofractales (DFA) et multifractales (MF-DFA). Gauche : dégradation de la performance pour IW (blanc). Au centre : Pente des exposants mono-fractals représentant une baisse chez IW (blanc). Droite : distribution d'exposants du spectre augmentant avec le nombre de feedback supprimés (du foncé au blanc).

Discussion

Nos résultats confirment que seule la privation de la proprioception représente une contrainte de fonctionnement dans notre tâche. Nous démontrons que la perte de complexité estimée par la DFA co-varie avec les résultats de la performance et pourrait donc refléter une contrainte imposée au système. Enfin l'analyse MF-DFA refléterait les stratégies plus ou moins intermittentes mises en œuvre au cours de la tâche. Ainsi les propriétés multifractales de la performance sensorimotrice refléteraient le niveau de dégénérescence du système, c'est-à-dire ses possibilités d'adaptation. Nos résultats permettent de faire l'hypothèse qu'en fonction des contraintes, le système n'utilise pas une mais plusieurs configurations pour réaliser la tâche. Appliquées à des problématiques de rééducation, nos recherches portant sur la distinction entre adaptabilité et adaptation pourraient permettre d'identifier l'adaptation du système sensorimoteur pour réaliser une tâche, mais aussi l'impact réel d'une pathologie sur la réserve d'adaptabilité, pour prévoir son évolution et ainsi mieux adapter la rééducation.

Références

- Whitacre JM & Bender A (2010) Degeneracy: A design principle for achieving robustness and evolvability. *J Theor Biol*, 263, 143-153.
- Goldberger AL et al. (2002) What is physiologic complexity and how does it change with aging and disease? *Neurobiol Aging*, 23, 23-26.
- Slifkin AB & Eder JR (2012) Amplitude requirements, visual information, and the spatial structure of movement. *Exp Brain Res*, 220 : 297-310.

Les effets de l'observation de soi dépendent de la performance initiale de l'apprenant

Mathieu Andrieux¹ et Luc Proteau¹

¹ Laboratoire d'apprentissage moteur, Département de kinésiologie, Université de Montréal
matandrieux@gmail.com

Introduction

L'observation est employée pour apprendre une grande variété d'habiletés motrices (Ste-Marie et al., 2012). Dans la même veine, des études neurophysiologiques ont démontré que l'observation et l'exécution d'une action partageaient un réseau neuronal commun aussi connu sous le nom de réseau d'observation de l'action (Kilner et al., 2009). De récents travaux au sein de nos laboratoires ont démontré que l'observation conjointe de modèles expert et novice (aussi appelée observation mixte) favorise davantage l'apprentissage que l'observation de modèles experts ou novices (Andrieux & Proteau, 2013; Rohbanfard & Proteau, 2011). L'observation mixte permettrait à l'apprenti de développer à la fois une représentation juste de la tâche à apprendre (modèle expert) et des mécanismes efficaces de détection des erreurs (modèle novice). Le but de cette étude était de déterminer si, dans un contexte d'observation mixte, l'apprentissage serait meilleur lorsque l'apprenti observe ses propres démonstrations plutôt que celles d'un modèle débutant « générique ».

Méthode

Quatre-vingt-dix sujets (50 hommes et 40 femmes) ont participé à cette étude. La tâche consistait à renverser successivement trois barrières verticales posées devant soi puis à revenir au point de départ, et ce, en respectant un timing imposé (voir Rohbanfard & Proteau, 2011). Chaque segment de la tâche devait être complété dans un temps intermédiaire (TI) de 300 ms, pour un temps de mouvement total (TMT) de 1200 ms. L'expérience comprenait quatre phases réparties sur trois jours consécutifs. Le premier jour, lors d'une phase préparatoire filmée, tous les participants effectuaient 40 essais suivis de connaissance du résultat (CR) sur le TMT. Les participants étaient ensuite répartis aléatoirement en différents groupes pour la phase d'acquisition qui prenait place le second jour: groupe contrôle (lecture), groupe Soi (40 essais d'observation de soi-même ; filmés au jour 1), groupe OMNE (20 essais d'observation d'un modèle expert et 20 essais d'observation d'un modèle novice « générique », groupe OMSE (20 essais d'observation d'un modèle expert et 20 essais d'observation de soi-même), groupe pratique physique (40 essais de pratique physique). La connaissance du résultat des essais observés ou réalisés physiquement était donnée après chaque essai. Le second jour, tous les participants débutaient par une phase de pré-test composée de 20 essais de pratique physique sans CR suivie de la phase d'acquisition. Pour finir, les participants de tous les groupes effectuaient de nouveau 20 essais de pratique physique sans CR lors d'un test de rétention de 10 minutes. Le troisième jour, tous les participants effectuaient un test de rétention de 24 heures. Les variables dépendantes mesurées lors du pré-test et des deux tests de rétention étaient l'erreur constante absolue et l'erreur variable du TMT, ainsi que l'erreur quadratique moyenne des TI.

Résultats

Hormis le fait que tous les groupes avaient des performances similaires au pré-test, les résultats des tests de rétention ont démontré que le groupe contrôle était significativement moins précis que les autres groupes expérimentaux sauf le groupe SOI. Concernant le groupe SOI, et seulement pour ce groupe, une analyse détaillée a fait ressortir deux sous-populations de participants. Les participants qui montraient une mauvaise performance initiale au pré-test ont profité de la phase d'observation pour améliorer leur performance. A contrario, la phase d'observation a entraîné une détérioration de la performance lors des tests de rétention des participants qui avaient montré une bonne performance initiale lors du pré-test. Afin de confirmer cette observation, nous avons augmenté le nombre de participants dans ce groupe et nous avons réalisé une analyse complémentaire qui

contrastait la performance des groupes d'observation (SOI qui progressent [SOI P], Soi qui régressent [SOI R], OMNE et OMSE). Les résultats de cette analyse ont révélé que le groupe SOI R qui avaient de meilleures performances au pré-test (NS) était significativement moins précis lors des tests de rétention que les trois autres qui ne différaient pas significativement les uns des autres.

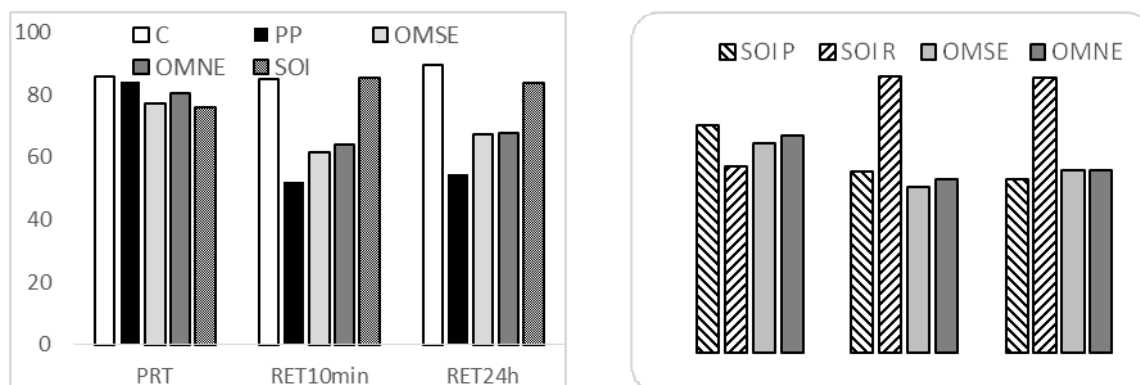


Figure 1. Erreur quadratique moyenne (ms) des temps intermédiaires des cinq groupes expérimentaux lors des du pré-test et des tests de rétention (panneau de gauche) et erreur quadratique moyenne (ms) des temps intermédiaires des quatre groupes d'observation lors des du pré-test et des tests de rétention (panneau de droite).

Conclusion

De manière générale, ces résultats démontrent que l'observation de soi est au mieux aussi efficace que l'observation d'un novice « générique » lorsque combinée à l'observation d'un expert et au pire très hasardeuse quand le niveau de performance initial de l'observateur est relativement bon. Dans ce deuxième cas, nous croyons que l'observation encourage le participant à tenter de corriger des erreurs qui sont en-deçà de son niveau actuel de compétence (« corrections inopportunes », Schmidt & Bjork, 1992), ce qui entraîne une détérioration de sa performance. D'un point de vue pratique, nos résultats suggèrent que l'observation de soi seule doit être utilisée avec précaution chez des individus débutants. En revanche, combiner l'observation de ses propres performances avec celles d'un expert est une excellente alternative à l'utilisation de l'observation mixte afin d'optimiser l'apprentissage.

Références

- Andrieux, M., & Proteau, L. (2013). Observation learning of a motor task: who and when? *Experimental Brain Research*, 229(1), 125-137.
- Kilner, J. M., Neal, A., Weiskopf, N., Friston, K. J., & Frith, C. D. (2009). Evidence of mirror neurons in human inferior frontal gyrus. *Journal of Neuroscience*, 29(32), 10153-10159.
- Rohbanfard, H., & Proteau, L. (2011). Learning through observation: a combination of expert and novice models favors learning. *Experimental Brain Research*, 215(3-4), 183-197.
- Schmidt, R. A., & Bjork, R. A. (1992). New conceptualizations of practice: common principles in three paradigms suggest new concepts for training. *Psych Sc*, 3(4), 207-17.
- Ste-Marie, D. M., Law, B., Rymal, A. M., Jenny, O., Hall, C., & McCullagh, P. (2012). Observation interventions for motor skill learning and performance: an applied model for the use of observation. *Int Rev Sport Exerc Psychol.*, 5(2), 145-176.

Integration of motion and cognition within the right cerebellum during motor execution and auditory verbal encouragement: An fMRI study

Chama Belkhiria¹, Tarak Driss¹, Remy Guillevin² et Giovanni de Marco¹

¹Laboratoire CeRSM (EA 2931), UFR STAPS, Université Paris Ouest Nanterre La Défense.

²Service de Radiologie, Hôpital La Pitié Salpêtrière, Paris

belkhiriachema@hotmail.fr

Introduction

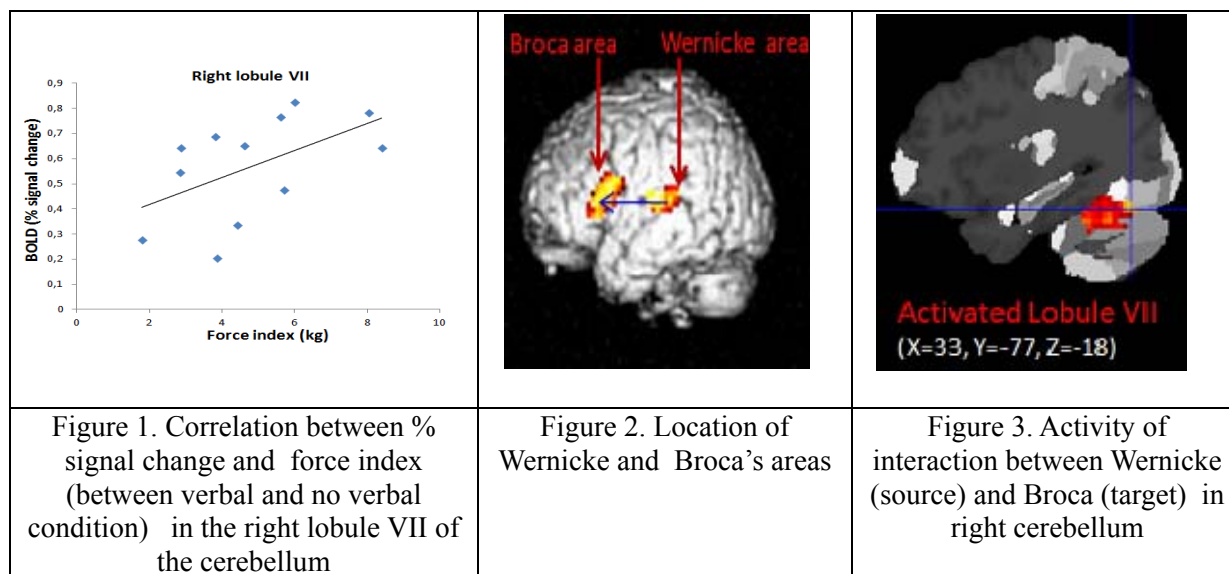
Many studies investigated the effects of force production on cerebral cortical and subcortical activity using fMRI, but few studies tested the hypothesis that cognitive states can selectively influence motor-related neural activity in cerebellum, as evidence for an integration of motion and cognition. In neuro-imaging and mental health fields, investigations taught that the cerebellum functions primarily as a co-processor (computation) of movement in concert with the cortex and basal ganglia. This motor function is thought to be localized within the right lobule V of cerebellum (Culmen) in right handed subjects. Recently, diverse views supported the idea that the cerebellum played variety of important roles across a range of cognitive and emotional functions (Kuper et al., 2011). Besides the motor and cognitive cerebellum evoked regions, we propose that some regions of the right cerebellum, notably the lobules VI-VII (Crus I/II) could play a role to integrate motion and cognition. Moreover the role of the lobules VI-VII is not yet well known from literature, it is important to identify the function of these structures to better understand the cerebellum capacity. Therefore, on the basis of anatomical and empirical assumptions, we assume, from a motor auditory verbal dual task, that lobules VI-VII (Crus I/II) in right cerebellum could deal with motor and cognitive processes and then could be a center of neural integration of motion and cognitive information.

Methods

Twelve right-handed young volunteers (six men and six women, aged 31.3 ± 5.4 years) participated in the fMRI study. They were motivated and well concentrated to perform exercise of voluntary maximal force. The subjects squeezed a handgrip as hard and fast as possible during 4.4s lying in the MR scanner (3T). There were two conditions: i) squeezing with verbal encouragement: subjects were verbally encouraged throughout the force production. ii) Squeezing without verbal encouragement. Each run included 5 trials of force production followed by a rest period of 44 seconds. We measured within lobules VII, during the squeeze period, Blood Oxygen Level Dependent signal change ratio % between verbal and no verbal conditions. Likewise force (kg) was calculated corresponding to a maximal voluntary contraction (MVC) averaged over the 5 trials. Force index (kg) was defined as the subtraction between MVC obtained during the Verbal condition and MVC obtained during the No verbal condition for each subject. This force index represented the effect of the encouragement on the force execution. A correlational analysis between force index and % signal change among lobules VII was performed. A t-test was done according to the null hypothesis that the Pearson's coefficient correlation was equal to zero ($p = 0.05$) (figure 1). In this study, we also measured effective connectivity using psychophysiological interactions analysis (PPI) (Friston et al., 1997). PPI analysis is a computational method that allows measuring the magnitude of functional coupling between two brain regions and reveals the dynamics of brain network. The PPI analysis explains the activity of a target region as a result of an interaction between the activity of a source region and the experimental context (encouragement). It is an approach based on cross-correlation of activation time course of a target region with the time course of a reference region (source). Basically, in the PPI approach we tried to show that the effective connectivity between two brain regions could change in presence of encouragements. We presented here a PPI between Wernicke (source) and Broca (target) regions.

Results

Figure 1 shows that cerebellar activity linearly increases with force and verbal encouragements in the lobule VII ($r=0.52$). Figure 2 shows the location of Wernicke and Broca's areas. Source area was Wernicke and target area was Broca. Figure 3 represents a PPI map showing significant activity within the right cerebellum ($T=1.85$).



Discussion

Emerging evidence suggests that the lobules V and VI support motor and cognitive segregated functions respectively. We propose, in this study, that the right lobules VI-VII (Crus I/II) could integrate motor and cognitive functions. The positive correlation ($r=0.52$) between percentage of BOLD signal change and force index in presence of encouragements in the right lobule VII of the cerebellum, showed the involvement of lobule VII in the dual task. Indeed, the literature shows that lobule VII (Crus I/II) has been shown to correlate with the SMA and parts of the lateral motor cortex, supporting the idea that lobule VII is involved in motor control (Schlerf et al., 2010). Our motor auditory verbal dual task involves motor skills but also engages cognitive processes such as words listening, concentration, attention and motivation (encouragement). Classically, the studies demonstrate that language function is conducted in the brain through the arcuate fasciculus by Wernicke's and Broca's areas localized in the inferior cortex of the left frontal lobe. In our study, the PPI analysis showed significant activity in right cerebellum while interactions between Wernicke and Broca's ($T=1.85$) (Figure 3). In support of potentially relevant lateralized cerebellar language activation, the cerebellum presents strong neuroanatomical connectivity with the contralateral frontal lobe, including Broca's area (Stoodley, 1996). Besides, the cerebellum may be involved in the attention control because anatomical studies proved connections between right dorsolateral prefrontal cortex, parietal and cerebellum (Middleton, 2000). The existence of anatomical pathways and significant interactions from prefrontal areas to the right cerebellum provides compelling evidence that the lobule VII may manage cognitive and motor processes, and precisely at the lobule VII (Crus I/II) may play a significant role to integrate motor and auditory verbal information. It might be interesting to examine the role of the lobule VI also activated in our study.

References

- Kuper, M., Dimitrova, A., Thurling, M., Maderwald, S., Roths, J., & Elles, H.G. (2011). Evidence for a motor and non-motor domain in the Cerebellum human dentate nucleus. An fMRI study. *Neuroimage*, 54(4), 2612-22.
- Middleton, F.A., & Strick, P.L. (2000). Basal ganglia output and cognition: Evidence from anatomical, behavioural and clinical studies. *Brain and Cognition*, 42(2), 183-200.
- Schlerf, J.E., Verstynen, T.D., Ivry, R.B. & Spencer, R.M., (2010). Evidence of novel somatotopic map in human neocerebellum during complex actions. *J Neurophysiol*, 103(6), 3330-6.

Age-related differences in different force control tasks

Solveig Vieluf¹, Jean-Jacques Temprado¹, Nicolas Bricot¹, Eric Berton¹, & Rita Sleimen-Malkoun^{1,2}

¹Aix-Marseille Université, CNRS, Institut des Sciences du Mouvement UMR 7287, 13288, Marseille cedex 09, France

²Aix-Marseille Université, Inserm, Institut de Neurosciences des Systèmes UMR_S 1106, 13385, Marseille, France
solveig.vieluf@univ-amu.fr

Introduction

Force control is a key component of dexterous object manipulation and therefore crucial factor for older adults' autonomy. During daily activities, the rapid production of a certain force, the maintenance of an isometric force or their combination can be required. Depending on the type of task, the relative weight of the involved control processes varies (Cole & Beck, 1994). Age-related differences in rapid force production and isometric force maintenance tasks have been well described in the literature (e.g. Carlton & Newell, 1993). Conversely, their combination has been given little consideration so far. However, it might be that age-related differences during the combined task vary from those observed in separate tasks, indicating that the combination of tasks is more than their simple addition. The objective of the present study is to investigate the differences in discrete rapid force production and isometric force maintenance tasks when they are performed separately or in combination by use of a Fitts-like paradigm, in young and older adults.

Methods

11 Young (mean age: 23 years; SD: 2.2; 5 women) and 11 older (mean age: 67 years; SD: 1.7; 6 women) healthy, right-handed participants performed three types of force control tasks: i) rapid force production (10, 20, 40, 60, and 80% of the individuals' MVCs), ii) continuous force maintenance task (10, 20, 40, 60, and 80% of the individuals' MVCs), and iii) Fitts-like force control task with both D and W manipulations. D corresponded to the required force levels that is, 10, 20, 40, and 80% with a target width of 10% of the individuals' MVCs. It resulted in IDs = 1, 2, 3, and 4 bits. W manipulation was implemented through the maintenance of 60% of MVC, with target widths of 7.5, 15, 30 and 60% of the individuals' MVCs, also resulting in IDs 1, 2, 3, and 4 bits. The required force level was indicated either by lines (in both rapid force production and maintenance tasks) or by target ranges in the Fitts-like task. The effective force produced was presented next to a bar moving in function of force applied with the index finger to a force transducer on the table. We analyzed the time-to-peak force as main characteristic of the rapid force production phase. To compare performance of young and older participants, we used Brinley plots that is, a plot in which young adults' performance is presented on the x-axis and old adults' performance on the y axis. We calculated the slope of the Brinley function, which represents a relative slowing ratio. Slopes higher than 1 are interpreted as an indicator of multiplicative slowing. Student's t-test as used to test whether slopes are significantly different than 1. Criterion was set to 5% corresponding to a t-value of 1.96. For the maintenance part of the different tasks, variability (SD) was analyzed over the range of force levels or IDs.

Results

The slopes of the Brinley plots calculated for the rapid force production showed higher slopes for the isolated rapid force production task than for both combined tasks (see Figure 1a). Slopes of the rapid force production ($t = 154.03$), D manipulation ($t = 13.50$), and W manipulation ($t = 3.51$) were different from 1.

For SD during force maintenance, repeated measures ANOVA revealed no group effect for the force maintenance task. SD increased in a nonlinear manner with increasing force level, $F(4,20) = 32.28$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .617$. For D manipulation, SD increased with force level $F(3,20) = 42.60$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .680$ and older were more variable than young adults, $F(1,20) = 7.24$, $p = .01$, $\eta_p^2 = .266$. For W

manipulation SD does not change with force level, but older are more variable than young participants, $F(4,20) = 5.05$, $p = .04$, $\eta_p^2 = .202$ (see Figure 1b).

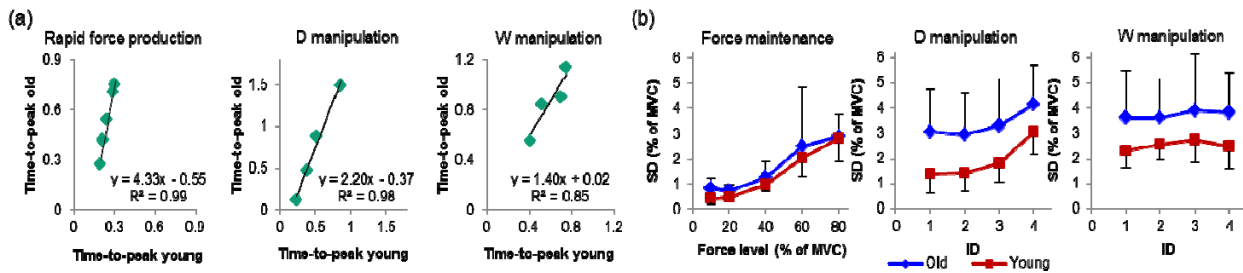


Figure 1. (a) Brinley plots (b) SD per group as a function of force level or ID.

Discussion

The comparison of different force control tasks showed that rapid force production was more affected by aging than force maintenance (see Christou & Carlton, 2001 for similar results). This difference was more marked in isolated tasks. Further, during the Fitts-like paradigm, age-related differences on the rapid force production were less pronounced than in the isolated task, as indicated by the lower slopes. Besides this, the time-to-peak force increased (see Figure 1a) from the isolated to the combined tasks, suggesting higher weight of online control processes for both groups that might contribute to lower age-related differences as our results from the maintenance task suggest that online control processes are less affected than preplanned control. Based on the slopes a multiplicative slowing was observed (Cerella, 1990). In contrast, for the force maintenance part the age-related increase in variability was prominent during both Fitts-like tasks, but not during the isolated task. Nevertheless, task constraints were respected. Although task parts of the combined task seem similar, the weight of used control processes involved might vary. The task-dependent changes in age-related differences suggest that the combination of task is more than their simple addition and the combination, instead of summing the deficits of older adults in the different underlying processes, may help to compensate for deficits to successfully fulfil the task.

Conclusion

Age-related differences are more pronounced during the tasks with a higher weight of pre-planned than online control processes. Older adults' slower execution of the rapid tasks might allow compensating for deficits by giving more weight to online control to maintain accuracy. Thus, contrary to the currently admitted interpretation, slowing may constitute a mean to free up resources instead of a limit to perform force control tasks in older adults.

References

- Carlton, L. G., & Newell, K. M. (1993). Force variability and characteristics of force production. *Variability and motor control*, 15-36.
- Cerella J. (1990). Aging and information processing rates in the elderly. In: *Handbook of the psychology of aging*. 3rd edition. Edited by Birren J. E. & Schaie K. W. New York: Academic Press, 201-221.
- Christou, E. A., & Carlton, L. G. (2001). Old adults exhibit greater motor output variability than young adults only during rapid discrete isometric contractions. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 56(12), B524-B532.
- Cole, K. J., & Beck, C. L. (1994). The stability of precision grip force in older adults. *Journal of motor behavior*, 26(2), 171-177.
- Slifkin, A. B., & Newell, K. M. (1999). Noise, information transmission, and force variability. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 25(3), 837-851.

Prospective control of free-throw in basketball: Validation of a virtual setup and de-correlation methodology

Antoine Morice¹, Cédric Goulon¹, Jorge Ibanez-Gijon¹, Martinus Buekers² et Gilles Montagne¹

¹ Aix-Marseille Université, CNRS, Institut des Sciences du Mouvement UMR 7287, 13288, Marseille, France.

² Department of Kinesiology, KU Leuven, Tervuursevest 101, 3001 Leuven (Heverlee), Belgium. antoine.morice@univ-amu.fr

Introduction

Previous basketball studies are unclear on whether free-throws are pre-programmed (Vickers, 1996) or regulated online (de Oliveira, Huys, Oudejans, van de Langenberg, & Beek, 2007). In line with the law of control framework (Warren, 1988), we are in favor the second solution. This would imply that visual information concerning the sufficiency of the current movement to score a basket should be available within the players' perceptual flow and used online during the entire propelling phase so as to correct the movement pattern if necessary. While eye-tracking measurements or visual occlusion methodology have provided strong evidences in favor of the online hypothesis, biasing visual perception by mean of virtual reality should ultimately settle the issue.

For this sake, our agenda intended to first validate a basketball free-throw simulator and second setup an experimental protocol to study how basketball players respond to online manipulation of the visual appearance of a virtual free-throw scene. In case we identified the use of any perceptual variable used for expert online control, such a simulator would become useful as a learning accelerator to guide novice toward an expert perceptual-coupling.

Apparatus

Our simulator (Figure 1) involves that players throw an instrumented ball – the *e*-ball – as naturally as possible onto a virtual basket back-projected on a large screen (3.75 m wide × 2.81 m height) with stereo images (F35 ASF, Barco). The screen height and position relative to the player were optimized in order to allow both tall players to see the whole virtual backboard and short players to throw the *e*-ball over the screen with a large enough safety margin. Players wear active stereo glasses (3D Edge FR, Volfoni) equipped with a set of 4 active markers (Codamotion) used to enslave the virtual scene to their point of view. A specific and original element of this simulator is the *e*-ball, a real basketball equipped with 8 active markers (Codamotion) flushing its surface. These markers are used by a host computer to measure in real-time the trajectory of the *e*-ball so as to extend it on the screen through a virtual ball while it goes behind the screen and then fall onto a net. The *e*-ball diameter ($\varnothing = 0.24$ m), weight (621 g) and texture conformed to the FIBA regulation.

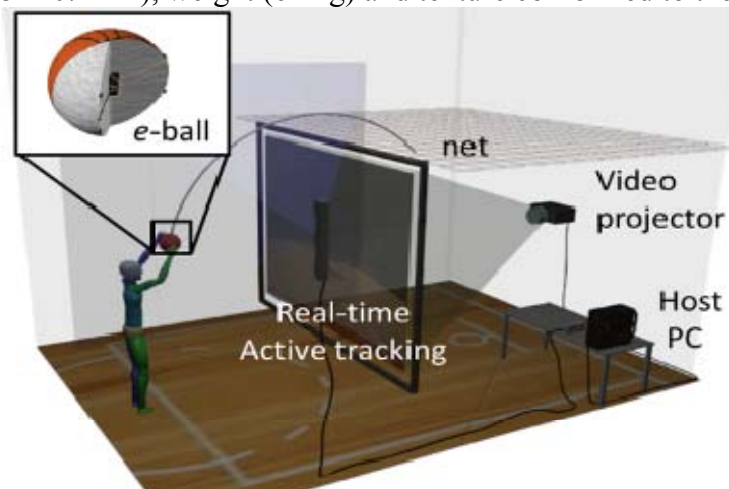


Figure 1. Overview of the basketball simulator.

Validation study

We first intended to evaluate the performances, the content validity (e.g., fidelity in players' behavior) and the subjective validity (e.g., players' feelings) of our setup. Simulator's performances were benchmarked through time-delays measurements and study of ball-rim or ball-backboard bounces realism. Content validity was evaluated through comparison of expert players' free-throw in our simulator with reference to a real environment. We especially feared that the players might be sensitive to a "wall-effect" due to presence of the screen and scrutinized its influence on the ball trajectory. Finally, subjective validity was evaluated through a custom-made form filled by expert players concerning their feelings about the *e*-ball and the simulator. We notably studied how the players' feel not to be allowed to bounce the *e*-ball as a pre-shoot routine.

Scientific study

We secondly aimed at evidencing that free-throws are regulated prospectively and to identify the visual information used. The methodology consisted in biasing the visual appearance of the rim or/and the backboard during the arm motion while keeping constant the location of the center of the rim. Indeed, changes in the ratio between the large and small axes of the rim's ellipsoidal appearance and changes in the ratio between the visual height and width of the backboard are assumed to specify online the players about their relative distance and height to the virtual basketball. De-correlating these visual cues from the actual distance and height of the virtual basketball would thus lead players to modify their movements, evidencing thus not only the use of online regulation process but also the perceptual variable(s) used.

Conclusion

Both the validation and scientific studies are still under progress. Preliminary results nevertheless confirm that our simulator is a promising tool in helping novices to learn regulating online their free-throw as the use of virtual reality setup has already proven its efficiency in learning real-life tasks such as regulating walking speed while approaching moving doors (Camachon, 2007), in transport when regulating the landing approach of an airplane (Huet, Jacobs, Camachon, Goulon, & Montagne, 2009), or in sport task such as basketball (Covaci, Olivier, & Multon, 2014).

Acknowledgements

This research receives funding from the A*MIDEX project (n° ANR-11-IDEX-0001-02), sponsored by the "Investissements d'avenir" French Government Program and managed by the ANR.

References

- Camachon, C., Jacobs, D. M., Huet, M., Buekers, M., & Montagne, G. (2007). The role of concurrent feedback in learning to walk through sliding doors. *Ecological Psychology*, *19*(4), 367–382.
- Covaci, A., Olivier, A.-H., & Multon, F. (2014). Third Person View and Guidance for More Natural Motor Behaviour in Immersive Basketball Playing. In *Proceedings of the 20th ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology* (pp. 55–64). New York, USA: ACM.
- De Oliveira, R. F., Huys, R., Oudejans, R. R. D., van de Langenberg, R., & Beek, P. J. (2007). Basketball jump shooting is controlled online by vision. *Experimental Psychology*, *54*(3), 180–186.
- Huet, M., Jacobs, D. M., Camachon, C., Goulon, C., & Montagne, G. (2009). Self-controlled concurrent feedback facilitates the learning of the final approach phase in a fixed-base flight simulator. *Human Factors*, *51*(6), 858–871.
- Vickers, J. N. (1996). Visual control when aiming at a far target. *Journal of Experimental Psychology. Human Perception and Performance*, *22*(2), 342–354.
- Warren, W. H. (1988). Chapter 14 Action Modes and Laws of Control for the Visual Guidance Of Action. In Onno G. Meijer and Klaus Roth (Ed.), *Advances in Psychology* (Vol. Volume 50, pp. 339–379). North-Holland.

Session Orale N°31

Réponses hormonales

(Modératrice : Agnès Vinet)

Effect of age and anaerobic training on glucoregulatory hormones in response to supramaximal exercise

Maha Sellami^{1,2}, Abderraouf Ben Abderrahman², Safa Shili², Wiem Keksi¹, Hanene Djemaiel³ et Hassane Zouhal¹

¹Movement, Sport, Health and Sciences laboratory (M2S).UFRAPS, University of Rennes 2-ENS Cachan, Av. Charles Tillon, 35044 Rennes cedex, France.

²Research Laboratory "Sport Performance Optimisation", National Center of Medicine and Science in Sport (CNMSS), Tunis, Tunisia.

³Centre of Expertise for Aerospace Medicine, Tunisia.

maha.sellami@gmail.com

Introduction

Catecholamines are well known to stimulate the regulation of glucose metabolism at rest and exercise (Kjaer (1992); Marliss et Vranic (2002)). However, changes in glucoregulatory are altered by aging in response to severe stress. The aim of this study was to examine the effects of aging and high intensity sprint and strength training (HISST) on glucoregulatory hormone responses to the Wingate-test (WT) in younger (20yrs.) and middle-aged men (40yrs.).

Methods

Thirty-six moderately trained and voluntary men aged (20 and 40yrs) participated in this study. After medical exams, all subjects were randomly assigned to one of four groups: a young trained group (age 21.3±1.3 yrs., YT, n=9), a young control group (age 21.6±1.8 yrs., YC, n=9), a middle aged trained group (age 40.7±1.8 yrs., AT, n=9) and a middle-aged control group (age 40.5±1.8years, AC, n=9). YT and AT participated in HISST for 13 weeks (4 times/week). Before and after HISST, all participants realized WT. Blood samples were obtained at rest, after warm-up (50% VO_{2max}), at the end of WT and after 10 min recovery.

Main finding

VO_{2max} and maximal power were significantly (p<0.05) increased after HISST in trained groups. Before training, plasma glucose concentration [Glu], cortisol [C], noradrenalin [NA], and adrenalin concentrations [A] were significantly higher (p<0.05) in AC and AT compared to YC and YT whereas plasma insulin concentrations [Ins] (Figure 1) were significantly lower (p<0.05). After HISST, the age effect disappeared in trained groups (YT and AT) for all hormones and for glucose (Figure 2).

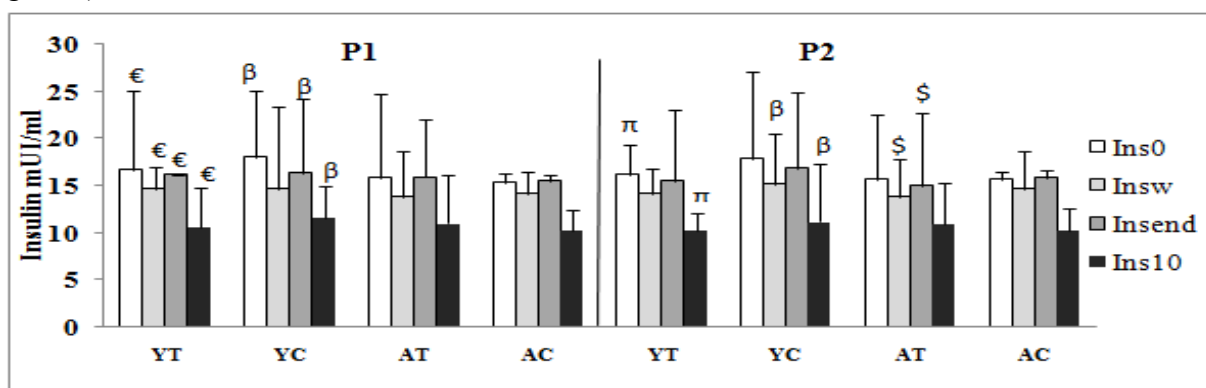


Figure 1. Data are means (\pm SD) of plasma Insulin concentrations (mUI.ml⁻¹) determined before (P1) and after (P2) training, at rest (Ins0), after warm-up (Insw), at the end of exercise (Insend) and during recovery (Ins10), for the four groups, YT, YC, AT and AC. *: Significant differences from before and after HISST, *: p<0.05 ; \$: Significant differences between AT and AC, \$: p<0.05; π : Significant differences between YT and YC, π : p<0.05; €: Significant differences between YT and AT, €: p<0.05; β : Significant differences between YC and AC, β : p<0.05

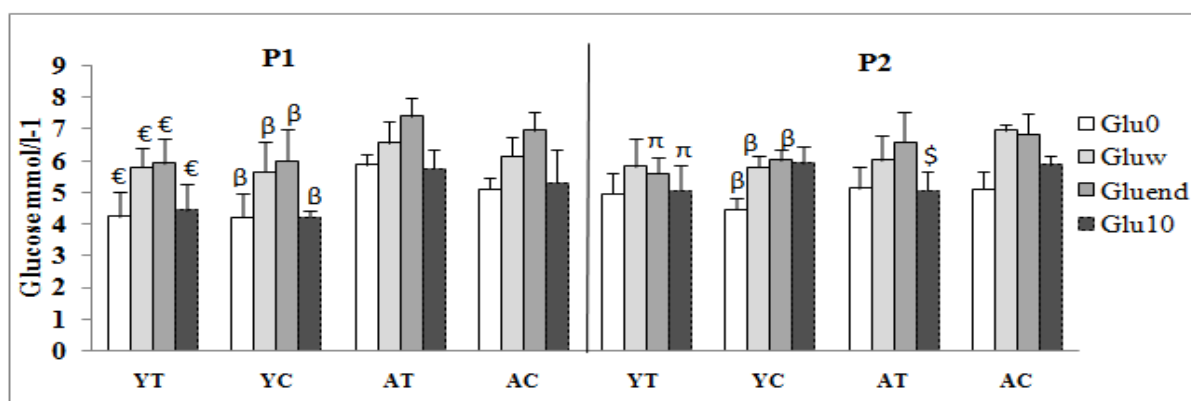


Figure 2 Data are means (\pm SD) of Plasma Glucose concentration (mmol/l-1) determined before (P1) and After (P2) training, at rest (Glu0), after warm-up (Gluw), at the end of exercise (Gluend) and during recovery (Glu10) for the four groups, YT, YC, AT and AC; *: Significant differences from before and after HISST, $p < 0.05$; \$: Significant differences between AT and AC, $p < 0.05$; π : Significant differences between YT and YC, $p < 0.05$; €: Significant differences between YT and AT, $p < 0.05$; β : Significant differences between YC and AC, $p < 0.05$

Discussion / Conclusion

HISST affect not only plasma insulin and glucose concentrations in trained groups but contribute also to an increase in hyperglycemic hormone concentrations at rest and the Wingate-test. HISST seems to be able to reduce the aging effect on the sympathoadrenal system activity (Sellami et al. 2014) and counteract the negative age effect on glucose metabolism.

References

- Kjaer, M., (1992). Regulation of Hormonal and Metabolic Responses during Exercise in Humans. *Exercise and sport sciences reviews*; 20(1):161-84.
- Marliss, EB., & Vranic, M. (2002). Intense Exercise Has Unique Effects on Both Insulin Release and Its Roles in Glucoregulation Implications for Diabetes. *Diabetes*; 51(1):S271-S83.
- Sellami, M., Ben Abderrahman, A., Casazza, G., Kebsi, W., Lemoine-Morel, S., Bouguerra, L., & Zouhal, H. (2014). Effect of age and combined sprint and strength training on plasma catecholamine responses to a Wingate-test. *European Journal of Applied Physiology*; 114:969-82.

Dissociation de l'axe hypothalamo-hypophyso-surrénalien et du système nerveux sympathique, altération des paramètres psychologiques et performance à la suite d'une perte de poids rapide chez des haltérophiles de haut niveau

Alexandre Durguerian^{1,2}, Edith Filaire¹, Catherine Drogou^{3,4}, Fabien Sauvet^{3,4}, Clément Bougard^{3,4} et Mounir Chennaoui^{3,4}

¹ Laboratoire CIAMS (EA 4532), Université Paris-Sud et Université Orléans

² Direction Régionale de la Jeunesse, des Sports et de la Cohésion Sociale de Paris (DRJSCS Paris), Fédération Française d'haltérophilie (FFHMFAC)

³ Institut de Recherche Biomédicale des Armées (IRBA), Unité Fatigue et Vigilance

⁴ Laboratoire VIFASOM Sommeil-Vigilance-Fatigue et Santé Publique, EA 7330, Université Paris Descartes

adurguerian@ffhmfac.fr

Introduction

Le déficit énergétique induit une dissociation des 2 axes majeurs de la régulation de la réponse au stress, (i) le système nerveux sympathique (SNS) et (ii) l'axe hypothalamo-hypophyso-surrénalien (HHS). L'évaluation de la réponse du cortisol et de l' α -amylase salivaires au réveil, appelée Cortisol Awakening Response (CAR) et α -Amylase Awakening Response (AAR), représente une phase distincte du rythme circadien induite par le stress physiologique de la transition sommeil-éveil et permet de renseigner sur l'activité de l'axe corticotrope et du système nerveux sympathique, respectivement. Un état de malnutrition chronique, chez des patientes atteintes d'anorexie nerveuse, a été associé à une hypoactivité du SNS et une hyperactivité de l'axe HHS, reflétant une dissociation des 2 axes (Monteleone et al., 2011). Un constat similaire a été observé chez des joueuses de tennis professionnelles présentant des troubles du comportement alimentaire, se traduisant par une augmentation de la réponse du cortisol au réveil et une diminution de l'activité d' α -amylase salivaire (Filaire, Massart, Hua, & Le Scann, 2015). Par ailleurs, la dissociation de l'axe HHS et SNS a été corrélée à des paramètres psychologiques mesurés à partir des réponses au REcovery-STress Questionnaire (REST-Q) (Filaire, Ferreira, Oliveira, & Massart, 2013).

Le déficit énergétique et hydrique est une méthode particulièrement répandue dans les disciplines sportives à catégories de poids. Il permet d'engendrer une balance énergétique négative et de créer un état de déshydratation permettant une diminution conséquente de la masse corporelle. Ce phénomène est également présent en haltérophilie, où les athlètes peuvent perdre entre 5 à 10% de leur masse corporelle dans la semaine précédant la compétition. A notre connaissance, aucune étude ne s'est intéressée à l'impact d'une restriction alimentaire sévère sur les indicateurs psychophysiologiques de la réponse au stress. L'objectif de cette étude était d'évaluer l'impact d'une restriction alimentaire et hydrique chez des haltérophiles de haut niveau sur (i) la composition corporelle, (ii) l'activité de l'axe corticotrope et du système nerveux sympathique, (iii) les paramètres psychologiques, ainsi que (iv) le niveau de performance.

Méthodes

11 haltérophiles (5 filles et 6 garçons) âgés de 18 à 21 ans, de niveau national et international, ont participé à cette étude qui s'est déroulée lors d'un regroupement national de 12 jours (de J1 à J12). L'ensemble de l'effectif a été réparti en 2 groupes (G1 et G2) de manière aléatoire en début d'expérimentation. G1 (n=5) devait maintenir un poids de corps constant durant toute la durée du protocole. G2 (n=6) avait pour consigne de suivre une restriction énergétique et hydrique à partir de J7, visant à induire une perte de poids de l'ordre de 5%.

La quantification des apports nutritionnels a été réalisée tout au long du protocole avec un semainier. A J1 (baseline), J5 et J12, la masse corporelle, la masse grasse (plis cutanés) et la masse maigre ont été mesurées. La performance sur les mouvements de l'arraché et de l'épaulé-jeté, ainsi que l'addition de la meilleure performance sur chacun des mouvements, appelée total olympique, ont été évaluées lors de 2 compétitions simulées (J5 et J12). Des prélèvements salivaires ont été

recueillis au réveil (7h30), 30 et 60 min après, pour évaluer les concentrations de cortisol et l'activité enzymatique d' α -amylase à J1, J5 et J12. Lors de ces mêmes journées, le niveau de stress et de récupération a été évalué à l'aide du REST-Q. Les données obtenues pour chacun des groupes ont été comparées avec le test-U de Mann-Whitney. Une analyse de variance avec le test de Friedman (non paramétrique) a été effectuée. Lorsque le résultat était significatif, une comparaison post-hoc par le test de Wilcoxon pour échantillons appariés a été utilisée afin de vérifier l'existence de différences 2 à 2. Le test de corrélation des rangs de Spearman (rho de Spearman) a été utilisé pour vérifier la corrélation entre 2 variables. Le seuil de significativité était fixé à $p < 0,05$. L'ensemble des tests statistiques a été réalisé sur le logiciel SPSS 20[®].

Résultats

La réduction des apports énergétiques pour le groupe 2 (-40%), conséquente à la restriction alimentaire, a induit une diminution significative de la masse corporelle (-4,33%), de la masse grasse (-6,38%) et de la masse maigre (-2,61%) à J12 vs J5. La restriction énergétique a provoqué une augmentation significative de l'activité d' α -amylase salivaire (delta score réveil/30' post-réveil) (+364,56%) à J12, sans modification des concentrations de cortisol. Dans le même temps, une augmentation significative du niveau de stress et une diminution significative du niveau de récupération ont été observées suite à la phase de déficit énergétique. Une corrélation significative a été constatée entre la variation (delta J5-J12) du score de General Recovery (REST-Q) et la variation du CAR pour le groupe 2 ($r = 0,87$). Enfin, une progression significative de la performance sur le mouvement de l'épaulé-jeté et sur le total olympique a été observée pour le groupe 1 à J12, sans variation significative pour le groupe 2.

Discussion

Une restriction alimentaire et hydrique de courte durée permet de réduire significativement le poids de corps et la masse grasse. Elle s'accompagne d'une dissociation des systèmes HHS et SNS, principalement liée à une hyperactivité du système nerveux sympathique et, est associée à une altération des niveaux de stress et de récupération chez des haltérophiles de haut niveau. Ce phénomène semblerait limiter les adaptations aigües à un stage d'entraînement, qui se traduisent par une amélioration du niveau de performance lorsque les apports énergétiques sont conservés. Dès lors, cette dissociation pourrait non seulement modifier les adaptations physiologiques induites la charge d'entraînement, mais aussi avoir des répercussions sur la santé des athlètes, du fait des multiples restrictions énergétiques qu'ils pratiquent au cours d'une saison sportive.

Conclusion

Une restriction alimentaire et hydrique de courte durée engendre un stress psychophysique significatif, qui pourrait être néfaste aux adaptations physiologiques, ainsi qu'à la santé de l'athlète, si elle était amenée à être répétée fréquemment, comme cela peut être le cas lors d'une saison sportive.

Références

- Filaire, E., Ferreira, J. P., Oliveira, M., & Massart, A. (2013). Diurnal patterns of salivary alpha-amylase and cortisol secretion in female adolescent tennis players after 16 weeks of training. *Psychoneuroendocrinology*, 38, 1122–1132.
- Filaire, E., Massart, A., Hua, J., & Le Scuff, C. (2015). Dietary, eating behaviors, and diurnal patterns of salivary cortisol and alpha-amylase secretion among professional adolescent female tennis players. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*.
- Monteleone, P., Scognamiglio, P., Monteleone, A. M., Mastromo, D., Steardo, L., Serino, I., & Maj, M. (2011). Abnormal diurnal patterns of salivary α -amylase and cortisol secretion in acute patients with anorexia nervosa. *World Journal of Biological Psychiatry*, 12, 455–461.

Effets de l'exercice maternel sur l'homéostasie du glucose et la fonction pancréatique de la descendance à l'âge de 3 semaines et 7 mois

Charline Quiclet¹, Farida Siti², Cécile Batandier¹, Guillaume Vial³, Phanélie Berthon⁴, Jennifer Rieusset³, Hervé Dubouchaud¹, Eric Fontaine¹ et Karine Couturier¹

¹ UFRAPS de Grenoble, Laboratoire de Bioénergétique Fondamentale et Appliquée, Université Grenoble Alpes, INSERM U1055, Grenoble, France

² Université de Jakarta, Jakarta, Indonésie

³ Laboratoire CarMeN, Lyon, France

⁴ Département STAPS, Université de Savoie, Chambéry, France

charline.quiclet@ujf-grenoble.fr

Introduction

Il est aujourd'hui reconnu que l'environnement maternel lors de la gestation affecte non seulement le fœtus mais également la santé future de l'individu. [1] Cependant, très peu d'études ont exploré l'effet de l'exercice maternel pendant la gestation sur la tolérance au glucose, l'insulino-sensibilité et la fonction pancréatique de la descendance. [2, 3] Le but de notre travail a donc été d'étudier l'effet de l'entraînement maternel avant et pendant la gestation sur le métabolisme de la descendance à plus ou moins long terme (3 semaines et 7 mois).

Matériel et méthodes

Des femelles rats Wistar ont été ou non entraînées avant et pendant la gestation (groupes contrôle CT et entraînement TR). L'entraînement consistait en 1h de course sur tapis roulant par jour à 25m/min. Seuls les petits mâles ont été conservés pour cette étude. A 3 semaines (au sevrage) ou à 7 mois, les petits ont subi des tests de tolérance au glucose (intrapéritoneal Glucose Tolerance Test, ipGTT) et à l'insuline (intrapéritoneal Insulin Tolerance Test, ipITT). Les pancréas ont été prélevés afin de réaliser des coupes histologiques (n=8) et isoler les îlots pancréatiques (n=8). Ces derniers ont par la suite été incubés avec différents substrats (glucose et/ou arginine) afin de mesurer leur capacité sécrétoire (*en cours*). Certains ratons ont également subi un test de charge en insuline (injection intrapéritonéale d'insuline à 10 mUI/g poids corporel (n=8) ou de NaCl (n=8)) afin d'évaluer l'activation de la voie de signalisation de l'insuline dans le foie et le muscle gastrocnémien. Les résultats en cours seront présentés en Novembre.

Résultats et Analyse statistique

Groupe	CT 3 semaines	TR 3 semaines	CT 7 mois	TR 7 mois
Poids relatif du pancréas (g/100g)	0,453±0,01	0,396±0,02 *	0,295±0,02	0,303±0,01
Contenu en insuline totale du pancréas (ng/mg poids frais)	89,0±5	86,9±10	356,8±65	345,9±32
Glycémie basale (mg/dl)	130±4	120±2 *	120±13	117±11
Aire sous la courbe ipITT (mg.120min/dl)	2586±1208	5318±513 *	5547±434	5881±326
Aire sous la courbe ipGTT (mg.120min/dl)	11951±817	11353±1008	11614±1366	15258±924 \$

Les résultats sont exprimés sous la forme de la moyenne ± SEM. n=8. Statistiques : ANOVA, tests de Kruskal-Wallis et de Holm-Sidak. * p<0,05 vs. CT 3 semaines ; \$ p<0,05 vs. CT 7 mois.

Au sevrage, le poids du pancréas et la glycémie basale à jeun sont plus faibles chez les petits des mères entraînées par rapport aux ratons de mères contrôles. Il n'y a plus de différence entre les deux groupes pour ces paramètres à 7 mois. Le contenu en insuline du pancréas n'est pas différent entre les rats des deux groupes que ce soit à 3 semaines ou à 7 mois. L'aire sous la courbe lors de l'ipITT

est plus élevée chez les petits des rates entraînées à 3 semaines, indiquant une amélioration de la sensibilité à l'insuline qui disparaît à 7 mois. A 3 semaines, il n'y a pas de différence de tolérance au glucose entre les petits des deux groupes. Cependant, à 7 mois, la tolérance au glucose des rats issus de mères entraînées est altérée alors que ce n'est pas le cas pour les rats issus de mères contrôles. A 3 semaines, la voie de signalisation de l'insuline est plus active en conditions basales (après injection de NaCl) chez les petits de mères entraînées, que ce soit dans le muscle ou dans le foie (pPKB/PKB $0,14 \pm 0,02$ vs. $0,28 \pm 0,02^*$ et $0,37 \pm 0,07$ vs. $0,66 \pm 0,1^*$, respectivement). A 7 mois, la différence observée entre les deux groupes n'est plus présente dans le foie. Mais dans le muscle, toujours à 7 mois, la voie de signalisation de l'insuline est moins active chez les rats issus de mères entraînées, par rapport à ceux issus de mères contrôles, après une injection massive d'insuline.

Conclusion

L'entraînement maternel avant et pendant la gestation a un effet positif sur la fonction pancréatique et l'insulino-sensibilité de la descendance à court terme (3 semaines). A 7 mois, les effets obtenus sont différents, avec une moins bonne tolérance au glucose et pas de différence de sensibilité à l'insuline observées chez les rats du groupe TR par rapport à ceux du groupe CT. Les conséquences de l'entraînement maternel sur l'homéostasie du glucose de la descendance apparaîtraient donc comme plutôt néfastes à plus long terme. Une éventuelle hypoxie et/ou hypoglycémie du fœtus lors de l'exercice gestationnel aurait pu modifier la maturation du pancréas des ratons. Cela pourrait être à l'origine d'une hypersécrétion d'insuline au début de la vie, avant un épuisement progressif des cellules beta à plus long terme. L'exercice maternel aurait cependant un impact positif sur la sensibilité des tissus à l'insuline à court terme. A plus long terme, l'insulino-sensibilité des tissus n'est pas différente entre les rats issus de mères entraînées et contrôles.

Références

1. Gluckman PD, Hanson MA, Pinal C. The developmental origins of adult disease. *Matern Child Nutr.* 2005 Jul; 1(3):130-41
2. Carter LG, Qi NR, De Cabo R, Pearson KJ. Maternal exercise improves insulin sensitivity in mature rat offspring. *Med Sci Sports Exerc.* 2013 May;45(5):832-40
3. Carter LG, Lewis KN, Wilkerson DC, Tobia CM, Ngo Tenlep SY, Shridas P, Garcia-Cazarin ML, Wolff G, Andrade FH, Charnigo RJ, Esser KA, Egan JM, de Cabo R, Pearson KJ. Perinatal exercise improves glucose homeostasis in adult offspring. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2012 Oct 15;303(8):E1061-8

Effet de l'exercice durant la gestation sur la composition corporelle, la tolérance au glucose et la gestion des substrats énergétiques de la descendance soumise à un régime gras et sucré

Charline Quiclet¹, Hervé Sanchez², Cécile Batandier¹, Hervé Dubouchaud¹, Phanélie Berthon⁵, Emilie Fondraz¹, Farida Siti³, Guillaume Vial⁴, Jennifer Rieusset⁴, Eric Fontaine¹ et Karine Couturier¹

¹ UFRAPS de Grenoble, Laboratoire de Bioénergétique Fondamentale et Appliquée, Université Grenoble Alpes, INSERM U1055, Grenoble, France

² Institut de Recherche Biomédicale des Armées, Brétigny sur Orge, France

³ Université de Jakarta, Jakarta, Indonésie

⁴ Laboratoire CarMeN, Lyon, France

⁵ Département STAPS, Université de Savoie, Chambéry, France

charline.quiclet@ujf-grenoble.fr

Introduction

L'impact de l'environnement maternel lors de la vie fœtale sur la santé future de la descendance est aujourd'hui reconnu. [1] L'entraînement physique durant la gestation a d'importantes répercussions sur le fonctionnement pancréatique et sur la gestion des substrats énergétiques de la descendance. [2] Malgré tout, il nous reste à déterminer si ces modifications sont bénéfiques ou néfastes pour la santé du futur adulte, surtout lorsque celui-ci est soumis à une nutrition déséquilibrée. Le but de notre travail a donc été d'étudier l'effet de l'exercice maternel avant et pendant la gestation sur le métabolisme de la descendance exposée ou non à un régime riche en gras et en sucre.

Matériel et méthodes

Des femelles rats Wistar ont été ou non entraînées avant (4 semaines) et pendant (18 premiers jours) la gestation (groupes entraînement TR et contrôle CT, respectivement). L'entraînement a été effectué sur tapis roulant (60 min ; 25 m.min⁻¹). Au sevrage, les petits mâles ont été soumis soit à un régime contrôle standard (A04 ; 2,9 kcal/g) soit à un régime gras et sucré (HF ; 5,5 kcal/g). A trois mois, les petits des quatre groupes (CTA04, CTHF, TRA04, TRHF) ont été soumis à des tests de tolérance au glucose (intraperitoneal Glucose Tolerance Test, ipGTT) et à l'insuline (intraperitoneal Insulin Tolerance Test, ipITT, *en cours*). Les îlots pancréatiques des rats ont été isolés et incubés avec différentes concentrations de glucose afin d'estimer leur capacité sécrétoire (*en cours*). L'activation de la voie de signalisation de l'insuline a été évaluée dans le muscle et le foie des rats par Western Blot via la phosphorylation de la protéine kinase B (PKB), après une charge en insuline ou en NaCl (*en cours*). La fonction mitochondriale, en présence de pyruvate, palmitoyl carnitine (PC) et palmitoyl co-A (PCoA), a été évaluée par oxygraphie sur les fibres musculaires isolées des muscles plantaires des rats. La composition corporelle a également été mesurée par pesée des organes et des tissus ont été collectés afin de réaliser différents dosages (Western Blots). Les résultats en cours seront présentés en Novembre.

Résultats et Analyse statistique

Groupe	CTA04	TRA04	CTHF	TRHF
Poids corporel à 3 mois (g)	377,3±12,9 □\$	345,4±6,9 *\$£	439,7±18,5 *□£	405,6±5,8 □\$
Masse grasse relative (g/100g poids corporel)	3,3±0,2 \$£	3,6±0,2 \$£	7,4±0,3 *□	6,6±0,3 *□
Glycémie basale (mg/dl)	120,8±4,3 \$£	120,9±4,1 \$£	135,6±2,4 *□	141,4±4,4 *□
Aire sous la courbe ipGTT	5293,1±1433,3 \$	3948,8±1288,9 \$£	9035,0±1074,3 *□	8300,0±433,6 □
Contenu en insuline totale du pancréas (ng/mg poids frais)	199,2±38,3	167,8±28,6	197,8±37	147,0±11,8
Km Pyruvate	136±13	93±6 *	117±10	114±10
Km PCoA	202±30	60±16 *\$£	160±31	219±47
Km PC	159±15	223±62	183±24	147±44

Les résultats sont exprimés sous la forme de la moyenne ± SEM. n=8. Statistiques : ANOVA, tests de Kruskal-Wallis et de Holm-Sidak. * p<0,05 vs. CTA04 ; □ p<0,05 vs. TRA04 ; \$ p<0,05 vs. CTHF ; £ p<0,05 vs. TRHF.

L'entraînement physique des mères durant la gestation limite la prise de poids des petits dès 9 semaines quelque soit le régime. Le régime HF entraîne une augmentation du poids corporel des petits qui est essentiellement due à une prise de masse grasse, sans effet de l'entraînement maternel. L'entraînement maternel a tendance à limiter cette prise de masse grasse chez les petits soumis au régime HF (-11% de masse grasse relative vs. CTHF). La tolérance au glucose est moins bonne et la glycémie basale augmentée chez les rats soumis au régime HF comparés aux rats sous régime A04, sans effet de l'entraînement maternel. Cependant, il n'y a pas de différence entre la tolérance au glucose des rats CTA04 et TRHF. Le contenu total en insuline du pancréas tend à être plus faible chez les petits des mères entraînées, quel que soit le régime.

Le Km pour le pyruvate est plus faible chez les rats du groupe TRA04 par rapport à ceux du groupe CTA04. Le Km pour le PCoA est plus faible chez les rats TRA04 comparés aux trois autres groupes. Aucune différence n'a été relevée, entre les groupes, concernant le Km du PC, ce qui laisse penser qu'il pourrait exister des modifications de fonctionnement de la CPT1 chez les rats TRA04. Ces résultats indiquent donc une meilleure affinité des complexes de la chaîne respiratoire des rats TRA04 pour les substrats pyruvate et PCoA. Cependant cette meilleure affinité pour le pyruvate et le PCoA disparaît chez les rats provenant de mères entraînées lorsqu'ils sont soumis à dix semaines d'un régime gras et sucré.

Conclusion

L'exercice maternel limite la prise de poids de la descendance soumise à un régime A04 ou HF. L'entraînement maternel améliore également l'affinité du muscle aux hydrates de carbone et à certains lipides comme le PCoA chez la descendance soumise à un régime A04. Cette meilleure affinité disparaît chez la descendance soumise au régime HF.

Références

1. Gluckman PD, Hanson MA, Pinal C. The developmental origins of adult disease. *Matern Child Nutr.* 2005 Jul; 1(3):130-41
2. voir communication "Effets de l'exercice maternel sur l'homéostasie du glucose et la fonction pancréatique de la descendance à l'âge de 3 semaines et 7 mois.", Quiclet et al.

Effet du diabète de type 1 et d'un mauvais contrôle glycémique sur la cascade de l'oxygène : depuis la diffusion alvéolo-capillaire jusqu'à la respiration mitochondriale du muscle squelettique.

Elsa Heyman¹, Semah Tagougui¹, Pierre Fontaine², Valérie Wieczorek³, Robert Caiazzo⁴, Erwan Leclair⁵, Régis Matran⁶, Gaëlle Marais¹, Adrien Combes¹ et Frédéric Daussin¹

¹ Univ Lille Nord de France, URePSSS, Equipe 1, EA 4488 Activité physique, Muscle, Santé

² Univ Lille Nord de France, EA 4489 ; Service Endocrinologie, Diabétologie, Métabolismes, CHRU Lille

³CHRU Lille, Service Médecine Réadaptation

⁴ Univ Lille Nord de France, U859 Thérapie Cellulaire, CHRU Lille

⁵ School of Kinesiology and Health Science, Faculty of Health, York University, Toronto, Ontario, Canada

⁶ Univ Lille Nord de France, EA 2689, Département de Physiologie, CHRU Lille; ⁵ CETRADIMN, Service de diabétologie, CHR Roubaix

elsa.heyman@univ-lille2.fr

Introduction

La consommation maximale d'oxygène (VO₂max) est altérée chez les patients présentant un diabète de type 1 mal équilibré, même en cas d'absence de complications à l'état clinique (Lukacs et coll. 2012). Les mécanismes sous-jacents à cette altération restent à explorer. La glycation de l'hémoglobine semble affecter ses propriétés de liaisons à l'oxygène (O₂) (Bunn & Briehl 1970) et l'hyperglycémie chronique pourrait être délétère aux tissus pulmonaires (Niranjan et coll. 1997) et au fonctionnement mitochondrial (Karakelides et coll. 2007). Notre objectif est d'étudier l'impact du DT1 et des niveaux d'hémoglobine glyquée (HbA_{1c}) sur la cascade de l'O₂, depuis sa diffusion alvéolo-capillaire, son transport artériel et sa libération au niveau musculaire, jusqu'à son utilisation mitochondriale.

Matériels et Méthodes

L'apport musculaire en O₂ a été étudié chez 23 patients présentant un diabète de type 1, mais indemnes de complications, divisés en 2 groupes selon leur contrôle glycémique (adéquat i.e. HbA_{1c} < 7%, DT1-A, n=11 et mauvais, i.e. HbA_{1c} >8%, DT1-M, n=12) auxquels nous avons strictement apparié 23 sujets sains (CON-A et CON-M respectivement), notamment sur le niveau d'activité physique (port d'un accéléromètre sur une semaine) et la composition corporelle (absorptiométrie biphotonique à rayons X). La capacité de diffusion alvéolo-capillaire (conductance de la membrane, volume capillaire pulmonaire) a été estimée par double diffusion DLCO/DLNO au repos. Une épreuve d'effort incrémentale exhaustive a permis de mesurer en continu les variations d'oxyhémoglobine (HbO₂), désoxyhémoglobine (HHb) et hémoglobine totale (Hbtot) au niveau du *vastus lateralis* par spectroscopie dans le proche infrarouge. Des prélèvements veineux et capillaires artérialisés ont permis de mesurer, au repos et à l'exercice maximal, le contenu artériel en O₂ et de contrôler des facteurs pouvant influencer l'hémodynamique et/ou la courbe de dissociation de HbO₂ (insulinémie, PaCO₂, pH, 2,3-DPG érythrocytaire, ...).

Lors d'une seconde visite, chez 16 de ces patients et 16 contrôles sains, nous avons évalué la respiration mitochondriale sur fibres musculaires perméabilisées issues d'une biopsie du *vastus lateralis* réalisée au repos.

Résultats

La capacité de diffusion alvéolo-capillaire et le transport artériel de l'O₂ ne diffèrent pas entre les groupes. Chez les sujets sains et les patients bien équilibrés, Hbtot, reflétant le volume sanguin local musculaire, et HHb, reflétant l'extraction musculaire de l'O₂, augmentent significativement à l'exercice (Effets Exercice de l'ANOVA pour Hbtot et HHb : $P < 0,0001$). Par contre, ces augmentations sont significativement atténuées chez les patients mal équilibrés (Hbtot: effet Groupe $P < 0,01$; HHb: effets Groupe $P < 0,0001$ et Interaction $P < 0,01$). Aucune différence intergroupe

des paramètres sanguins influençant l'hémodynamique et/ou la dissociation de HbO₂ n'a été observée.

Le rapport de la capacité d'utilisation de l'O₂ des complexes IV / I de la chaîne respiratoire mitochondriale est plus faible chez les 16 patients en comparaison des témoins sains ($P < 0,05$) (Figure 1). La capacité du complexe IV tend à être inversement corrélée au niveau d'HbA_{1c} chez les 16 patients ($r = -0,48$; $P = 0,06$). La capacité du complexe I tend à être plus élevée chez les patients en comparaison de leurs témoins ($P = 0,07$) (Figure 1).

μmol d'O₂.min⁻¹.g⁻¹ muscle sec

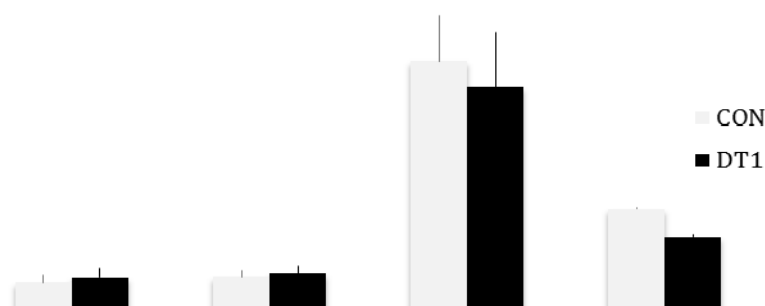


Figure 1. Capacité d'utilisation de l'O₂ en fonction du complexe de la chaîne respiratoire étudié

Au final, la consommation maximale d'O₂ est altérée uniquement chez les patients mal équilibrés (DT1-M vs. CON-M: $34,6 \pm 7,2$ vs. $41,2 \pm 7,2$ mL·min⁻¹·kg⁻¹, $P < ;$ DT1-A vs. CON-A: $40,9 \pm 9,3$ vs. $43,0 \pm 7,8$ mL·min⁻¹·kg⁻¹, NS).

Conclusion

L'hyperglycémie chronique dans le diabète de type 1 pourrait modifier le fonctionnement des mitochondries en diminuant la capacité relative du complexe IV vs. la capacité du complexe I de la chaîne respiratoire. L'hémodynamique locale (i) et la dissociation de l'oxyhémoglobine (ii) au niveau du muscle actif à l'exercice incrémental sont atténuées chez les patients mal équilibrés (Tagougui et coll. 2015). Ces altérations pourraient être induites respectivement par (i) l'existence d'une dysfonction endothéliale précoce et (ii) par l'affinité accrue de HbA_{1c} pour O₂ et/ou une altération de la redistribution sanguine des zones non-nutritives vers les zones nutritives musculaires. Ce moindre apport musculaire en O₂ pourrait *in fine* contribuer à la diminution de leur consommation maximale d'O₂.

Références

- Bunn, HF., & Briehl, RW. The interaction of 2,3-diphosphoglycerate with various human hemoglobins. (1970) *J Clin Invest*, 49(6), 1088–95.
- Karakelides, H., Asmann, YW., Bigelow, ML., Short, KR., Dhatariya, K., Coenen-Schimke, J., Kahl, J., Mukhopadhyay, D., & Nair, KS. Effect of insulin deprivation on muscle mitochondrial ATP production and gene transcript levels in type 1 diabetic subjects. (2007). *Diabetes*, 56(11), 2683-9.
- Lukács, A., Mayer, K., Juhász, E., Varga, B., Fodor, B., & Barkai L. (2012). Reduced physical fitness in children and adolescents with type 1 diabetes. *Pediatr Diabetes*, 13(5), 432-7.
- Niranjan, V., McBrayer, DG., Ramirez, LC., Raskin, P., & Hsia, CC. (1997). Glycemic control and cardiopulmonary function in patients with insulin-dependent diabetes mellitus. *Am J Med*, 103(6), 504-13.
- Tagougui, S., Leclair, E., Fontaine, P., Matran, R., Marais, G., Aucouturier, J., Descatoire, A., Vambergue, A., Oussaidene, K., Baquet, G., & Heyman, E. (2015) Muscle oxygen supply impairment during exercise in poorly-controlled type 1 diabetes. *Med Sci Sports Exerc* 47(2), 231-9.

Session Orale N°32

Cognition et mouvement

(Modérateur : Cédric Albinet)

Processus d'inhibition cognitive et tâche d'initiation de pas : impact du déficit proprioceptif sur la qualité de l'exécution motrice

Justine Magnard¹, Simon Thibault¹, Gilles Berrut^{1,2}, Christophe Cornu¹ et Thibault Deschamps¹

¹ Laboratoire « Motricité, Interactions, Performance » (E.A. 4334), UFR STAPS, Université de Nantes.

² Gérontopôle des Pays de la Loire, CHU de Nantes, Nantes, France.

justine.magnard@univ-nantes.fr

Introduction

Il est désormais bien démontré que les fonctions exécutives contribuent au contrôle postural et locomoteur, en particulier chez les personnes âgées (Sparto *et al.*, 2014). Parmi ces fonctions cognitives, l'inhibition, définie comme le contrôle volontaire sur les réponses dominantes, automatiques ou prépondérantes, représente un processus essentiel à l'adaptation à un environnement incertain. On distingue deux volets dans les processus d'inhibition : i) l'inhibition motrice (IM), qui renvoie à l'habileté de réfréner une réponse spontanée mais non appropriée, et ii) l'inhibition perceptive (IP), qui correspond à l'habileté de retenir intentionnellement une réponse, en inhibant les caractéristiques spatiales des stimuli (Harnishfeger, 1995). Or, il a récemment été montré que le niveau des performances motrices des personnes âgées, contrairement à celui des jeunes, était étroitement lié aux processus d'inhibition, principalement perceptive (e.g. Redfern *et al.*, 2009). Parmi les hypothèses explicatives avancées figure celle d'une utilisation moins efficace des informations proprioceptives afférentes par les personnes âgées. Dans cette perspective, l'objectif de la présente étude était de montrer que dans un contexte proprioceptif volontairement perturbé (via la manipulation de vibrations tendineuses localisées), des sujets jeunes présenteraient des performances d'inhibition (perceptive) altérées. Pour ce faire, un protocole proposant une tâche motrice d'initiation de pas en réponse à une tâche d'IM et IP, avec et sans altération proprioceptive, a été mis en place.

Méthode

28 participants (18 hommes, 10 femmes, 21.04 ± 1.82 ans) ont pris part à cette expérimentation composée de deux sessions séparées par au moins un jour (ordre contrebalancé) : une session avec vibrations tendineuses appliquées au niveau des tendons d'Achille (100 Hz) (VIB) et une session contrôle (CONT). Lors de ces sessions, les participants devaient initier un pas le plus vite possible dans l'axe antéropostérieur (AP) ou médio-latéral (ML) en réponse à l'apparition d'un stimulus visuel, une flèche noire. Les caractéristiques de cette flèche permettaient de manipuler l'IM (lieu d'apparition de la flèche systématiquement au centre de l'écran) et l'IP (lieu d'apparition soit à droite, à gauche, en haut ou en bas de l'écran), dans des conditions congruentes (C) (la réponse motrice devait correspondre à la direction de la flèche) et non-congruentes (NC). Un tapis instrumenté réalisé sur mesure (130 x 120 cm) permettait de mesurer le temps de mouvement total (TMT) d'initiation du pas, c'est-à-dire le temps entre l'apparition du stimulus visuel et la fin de réponse motrice capturée par la pose du pied sur la cible désignée. Au total, huit séquences randomisées de 12 essais étaient réalisées. Seuls seront présentés ci-dessous les TMT médians dans l'axe AP.

Résultats

L'analyse de variance Session (2 : CONT vs. VIB) × Inhibition (2 : IM vs. IP) × Congruence (2 : C vs. NC) a révélé un effet du facteur principal « Session » ($p < 0.001$; $\eta^2 = 0.30$) attestant de TMT plus longs lors de la session VIB (740.44 ± 104.37 vs. 774.88 ± 126.59 ms). L'effet des facteurs principaux « Inhibition » ($p < 0.001$; $\eta^2 = 0.32$) et « Congruence » ($p < 0.0001$; $\eta^2 = 0.81$) a indiqué que les TMT étaient plus importants en condition d'IP comparée à l'IM (801.12 ± 111.7 vs. 777.81 ± 101.91 ms) et en condition NC par rapport à C (813.70 ± 104.91 vs. 765.2 ± 104.98 ms).

L'interaction « Session × Inhibition » ($p < 0.05$; $\eta^2 = 0.16$) a révélé que les TMT mesurés en condition d'IP étaient davantage affectés qu'en IM (824.13 ± 115.34 vs. 778.10 ± 116.22 ms) lors de la session VIB (Figure 1). Lors de la session CONT, aucune différence n'a été observée entre les TMT mesurés en condition d'IP et d'IM.

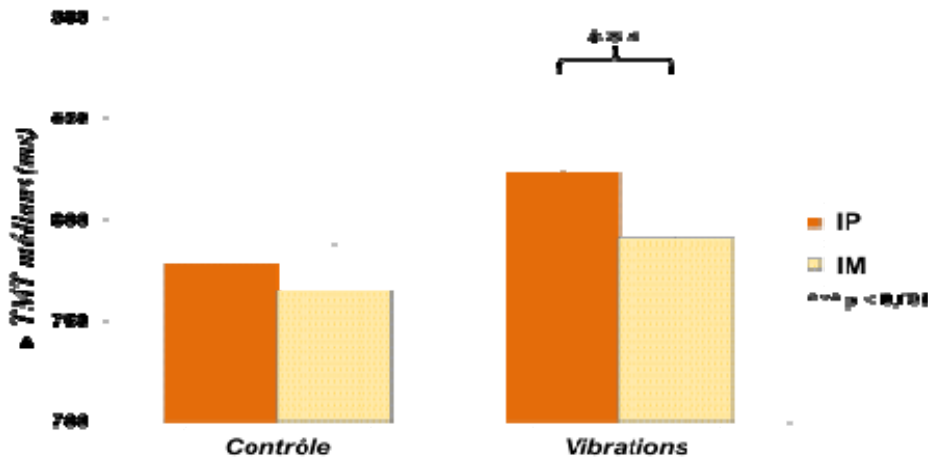


Figure 1. Illustration de l'interaction « Session × Inhibition » sur les temps de mouvement total (TMT) médians obtenus sur l'axe AP.

Note : IM, Inhibition Motrice ; IP, Inhibition Perceptive ; C, Congruente ; NC, Non-Congruente

Discussion

Les résultats montrent que, dans un contexte proprioceptif altéré, des sujets jeunes présentent des performances motrices (initiation de pas) dégradées et ce, d'autant plus que le conflit perceptif augmente. Ceci pourrait être expliqué, notamment, par un déficit central d'interprétation des informations proprioceptives expérimentalement perturbées (Proske & Gandevia, 2012). En effet, il semblerait que l'illusion de mouvement induite par les vibrations tendineuses puisse modifier la représentation géométrique du corps à partir des afférences proprioceptives (Longo & Haggard, 2010). Aussi la représentation multisensorielle de l'espace vis-à-vis du corps serait en forte situation conflictuelle en condition d'IP, configuration peu propice à une repondération sensorielle nécessaire l'exécution efficace d'une tâche motrice.

Références

- Harnishfeger, K. K. (1995). The development of cognitive inhibition: theories, definitions, and research evidence. In F. N. Dempster & C. J. Brainerd (Eds.), *Interference and inhibition in cognition* (pp. 175–204). San Diego, CA: Academic Press.
- Longo, M.R., & Haggard, P. (2010). An implicit body representation underlying human position sense. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, *107*, 11727-32.
- Proske, U., & Gandevia, S.C. (2012). The proprioceptive senses: their roles in signaling body shape, body position and movement, and muscle force. *Physiological Reviews*, *92*, 1651-97.
- Redfern, M., Jennings, R., Mendelson, D., & Nebes, R. (2009). Perceptual inhibition is associated with sensory integration in standing postural control among older adults. *Journal of Gerontology: Psychological Sciences*, *64*, 569-76.
- Sparto, P., Fuhrman, S., Redfern, M., Perera, S., Jennings, R., & Furman, J. (2014). Postural adjustment errors during lateral step initiation in older and younger adults. *Experimental Brain Research*, *232*, 3977-89.

La question du coût cognitif lors de l'estimation du temps avant contact

Robin Baurès¹, Alexis Defer², Elise Prigent³, et François Maquestiaux⁴

¹ CerCo (UMR 5549), Université Toulouse III & CNRS

² CETAPS (EA 3832), Université de Rouen

³ CIAMS (EA 4532), Université Paris-Sud

⁴ C2S (EA 6291), Université de Reims Champagne-Ardenne

⁵ Département de psychologie & MSHE-Ledoux, Université de Franche-Comté, Besançon
robin.baures@cerco.ups-tlse.fr

Introduction

Les êtres humains ont parfois de grandes difficultés à faire deux tâches à la fois. Cette difficulté a aussi été observée dans le domaine de l'estimation du temps restant avant qu'un objet atteigne un point dans l'espace, avec des tâches d'estimation du temps avant contact (TTC, Baurès et al., 2010). Dans le cas de plusieurs estimations TTC en même temps, le TTC le plus court (celui de l'objet arrivant le premier) sera correctement estimé alors que le TTC le plus long sera surestimé, phénomène ressemblant à l'effet de la période réfractaire psychologique (PRP). Une hypothèse explicative de ces difficultés est l'incapacité à accéder à certaines informations visuelles (e.g., tau, Lee, 1976) portant sur le TTC des deux objets. La limitation du traitement serait de ce fait visuelle et liée aux difficultés à prélever de multiples informations visuelles sur le déplacement des deux objets. Une autre hypothèse est celle d'une limitation de l'accès aux deux TTC en raison de ressources attentionnelles disponibles en quantités limitées, ce qui limiterait la focalisation de l'attention sur un seul objet à la fois. Avant de pouvoir évaluer ces deux hypothèses, l'objectif est ici de déterminer si l'estimation TTC d'un seul objet a besoin ou non d'attention pour opérer. Pour cela, nous avons réduit la quantité disponible d'attention pendant l'estimation TTC d'une moitié des essais, au moyen de la réalisation simultanée d'une tâche de mémoire de travail (donc coûteuse en attention). Les performances à cette tâche d'estimation du TTC lorsque la mémoire de travail était sollicitée ou non ont ensuite été comparées pour déterminer le besoin attentionnel de l'estimation du TTC.

Méthode

Les participants ($N = 20$, âge 22.9 ± 2.4 ans) ont réalisé 192 essais d'une tâche subdivisée en trois temps successifs. Au début de chaque essai, 4 carrés de couleurs différentes apparaissent pendant 500 ms à l'écran avec un fond d'écran soit blanc soit noir. Les participants devaient se souvenir des 4 carrés de couleur lorsque le fond d'écran est blanc mais les ignorer lorsque le fond d'écran est noir. Une balle se déplaçait ensuite vers une ligne d'arrivée, de manière visible pendant 1000 ms et avec deux vitesses possibles, puis est occultée pour un temps de 500, 1000, 1500 ou 2000 ms. Les participants devaient appuyer sur un bouton afin d'estimer le moment d'arrivée de la balle. À la fin de l'essai, les 4 carrés de couleur étaient présentés mais avec un changement de couleur pour un des carrés. En cas de fond d'écran blanc, les participants devaient indiquer quel carré a changé de couleur (Figure 1). Il y avait 12 répétitions de chacune des 16 conditions expérimentales résultant du plan factoriel vitesse (2) \times TTC (4) \times mémorisation (2). Nous avons calculé l'erreur constante (EC), c'est-à-dire la différence entre le temps estimé et le temps d'occultation (avec un score négatif indiquant une sous-estimation) et l'erreur variable (EV), c'est-à-dire l'écart-type de cette estimation, en ne prenant en compte dans la condition mémorisation uniquement les essais pour lesquels la tâche de mémorisation était réussie (en moyenne 94% des essais, $IC_{95\%} = [90 : 98]\%$). Les résultats ont été analysés au moyen d'une ANOVA à mesures répétées.

Résultats

L'effet principal du type de mémorisation sur EC est significatif, $F(1, 19) = 9.20$, $p = .01$, $\eta^2_p = .33$. L'EC est légèrement moins importante dans la condition de mémorisation que dans la condition de non-mémorisation (394 ms vs. 447 ms), ce qui indique une *facilitation* de l'estimation du TTC

lorsque moins d'attention est disponible. Notons que le d de Cohen est extrêmement faible (0.10), avec une différence moyenne entre les deux conditions de 52 ms ($IC_{95\%} = [16 : 88]$ ms). Bien qu'étant statistiquement significatif, cet effet apparaît très faible, la différence entre ces deux conditions correspondant en moyenne à 4.5% de la durée d'occultation à estimer. Les résultats montrent aussi une interaction des facteurs durée d'occultation et vitesse, $F(3, 57) = 14.8, p < .001, \eta^2_p = .44$, montrant une erreur augmentant avec l'augmentation du TTC de manière plus prononcée dans la condition de faible vitesse. Aucune des interactions avec le facteur mémorisation ne se montre significative. L'analyse de VE ne montre ni effet de la tâche de mémorisation, $F(1, 19) = .03, p = .85$, ni interaction avec les autres facteurs ($ps > .49$).

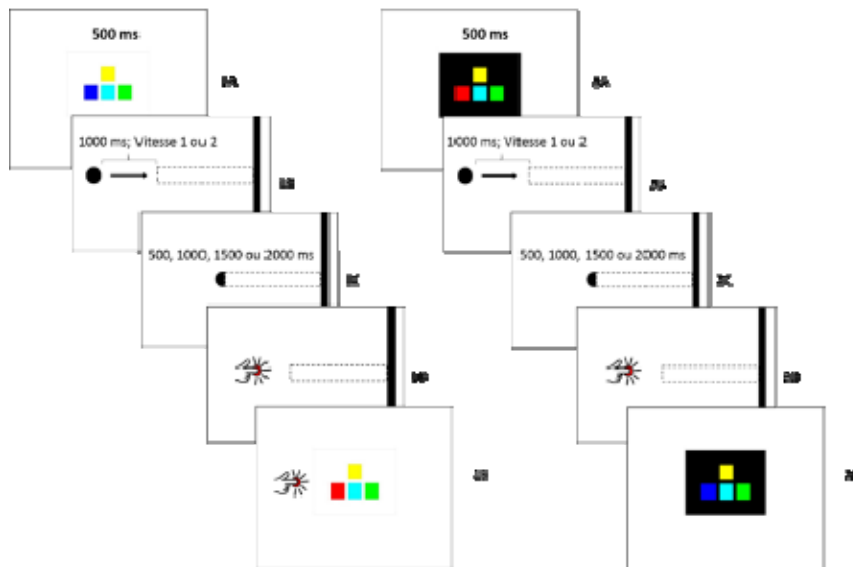


Figure 1. Déroulement temporel des événements survenant dans chaque essai d'estimation, avec la nécessité de se souvenir des 4 carrés de couleur lorsque le fond d'écran est blanc (panel de gauche)

Discussion

Une estimation plus précise du TTC lorsque moins d'attention est disponible, combinée au taux de réussite important à la tâche attentionnelle secondaire, suggère que l'estimation du TTC est facilitée lorsque les ressources attentionnelles sont mobilisées par une autre tâche. Peut-être qu'un contrôle trop conscient de l'estimation du TTC interfère avec sa valeur perçue. Ainsi, lorsque notre attention est mise en jeu dans une première tâche, cet engagement pourrait avoir un effet positif sur l'estimation du TTC. Cependant, cet effet est de très faible intensité dans les conditions de cette expérience préliminaire. Sur la base de ce résultat, nous spéculons que l'effet PRP observé lors de l'estimation concomitante de plusieurs TTC proviendrait de l'impossibilité à prélever les informations visuelles sur les deux objets en même temps plutôt qu'une interférence entre les estimations du TTC en elles-mêmes. Une poursuite de ces travaux en variant les tâches attentionnelles et en demandant d'effectuer simultanément deux tâches TTC apparaît nécessaire pour évaluer le degré de généralisation des présents résultats.

Références

- Baurès, R., Oberfeld, D. & Hecht, H. (2010). Judging the contact-times of multiple objects: Evidence for asymmetric interference. *Acta Psychologica*, 134, 363-371.
- Lee, D. N. (1976). A theory of visual control of braking based on information about time-to-collision. *Perception*, 5, 437-459.

Impact de l'attention sur la marche au cours du développement

Guillaume Chauvel¹, Estelle Palluel¹, Vincent Nougier¹ et Isabelle Olivier¹

¹ Laboratoire CNRS TIMC-IMAG, Université de Grenoble Alpes
gechauvel@gmail.fr

Introduction

Bien que la marche soit une habileté mobilisée quotidienne, plusieurs travaux indiquent que le contrôle du pas nécessite de nombreuses ressources attentionnelles. Par exemple, Lajoie et al. (1993) ont montré que la marche est plus largement altérée par la réalisation simultanée d'une tâche secondaire cognitive que la position statique assis ou debout chez des adultes. Au cours du développement, on observe que les paramètres de contrôle du pas peuvent être modifiés jusqu'à l'âge de 16 ans. Ces modifications proviendraient de difficulté au niveau des ressources attentionnelles disponibles (Palluel, Nougier, & Olivier, 2010). Spécifiquement, il a été suggéré que les ressources attentionnelles sont limitées au cours du développement et que ces limites ne permettraient pas un contrôle stable de la marche. Par exemple, Boonyong, et al. (2013) ont montré que les performances de marche d'enfants jeunes (âgés de 5-6 ans) et d'enfants plus âgés (7-16 ans) étaient altérées par l'instauration d'une tâche secondaire cognitive par rapport aux performances d'adultes. Cette dégradation diminuait avec l'avancée de l'âge. Ainsi, le premier objectif de cette présente étude est de voir dans quelle mesure le coup attentionnel lié à l'exécution de la marche est important au cours du développement entre 7 et 12 ans. Le second objectif était également d'identifier les processus attentionnels spécifiques qui interfèrent avec la marche et si certains processus jouaient un rôle plus important à une période spécifique du développement. L'hypothèse est d'une part que le contrôle du pas est altéré au plus jeune âge et se réduit avec le développement et d'autre part que les plus jeunes enfants s'appuient majoritairement sur des processus visuels.

Méthode

53 enfants, divisés en 2 groupes d'âge (7-9 et 10-12 ans) et 18 adultes ont marché à leur vitesse de préférence sur un tapis de marche (Gaitrite®) et ont réalisé simultanément trois conditions de tâches secondaires différentes et une condition contrôle. Les tâches secondaires cognitives consistaient à regarder une vidéo (tâche visuelle), écouter une bande sonore (une tâche auditive), et exécuter une tâche de Stroop adaptée pour les enfants (i.e., tâche d'inhibition). La tâche de Stroop consistait à identifier le corps d'un animal alors que l'image présentée était composée du corps et de la tête de deux animaux différents (Wright, Waterman, Prescott, & Murdoch-Eaton, 2003). Lors de la condition contrôle, les participants devaient marcher sur le tapis en fixant une croix placée devant eux (condition contrôle). L'ensemble des participants ont réalisé 3 essais par condition. Un écran de 3m x 2m, placé face au tapis de marche, était installé pour projeter les images et vidéos des différentes conditions (voir figure 1). 3 paramètres ont été évalués pour mesurer le contrôle de la marche (vitesse, durée du pas, longueur de pas). Une ANOVA à mesure répétée, pour les conditions Vidéo et Audio, d'une part, et pour la condition Stroop, d'autre part, ont été réalisées en fonction de l'âge séparément car les processus sollicités dans ces conditions expérimentales sont trop différents pour pouvoir être analysés ensemble.

Résultats

L'analyse des paramètres de marche en conditions Vidéo, Audio et Contrôle montrent un effet d'interaction Groupe d'âge x Condition pour la vitesse, la longueur de pas et la durée du pas ($p < .05$). Ces paramètres sont fortement altérés en condition Vidéo et Audio pour les 7-9 ans. La dégradation diminue à 10-12 ans et devient inexistante à l'âge adulte. Les résultats montrent également un effet principal du Groupe d'âge ($p < .05$) et un effet principal de la Condition ($p < .05$), indiquant que les performances de marche des plus jeunes sont les plus faibles et que les 2 conditions de tâches concurrentes ont altéré le contrôle de la marche. La marche est plus affectée en condition Vidéo qu'en condition Audio.

L'analyse des paramètres de marche entre les conditions Stroop et Contrôle montre un effet d'interaction Groupe d'âge x Condition seulement pour la longueur de pas ($p < .05$). Dans la condition Stroop, la réduction de la longueur du pas est plus importante pour les 7-9 ans que pour les adultes. Les résultats montrent également un effet principal du Groupe d'âge ($ps < .05$) pour la vitesse et un effet principal de la Condition pour tous les paramètres étudiés ($ps < .05$).

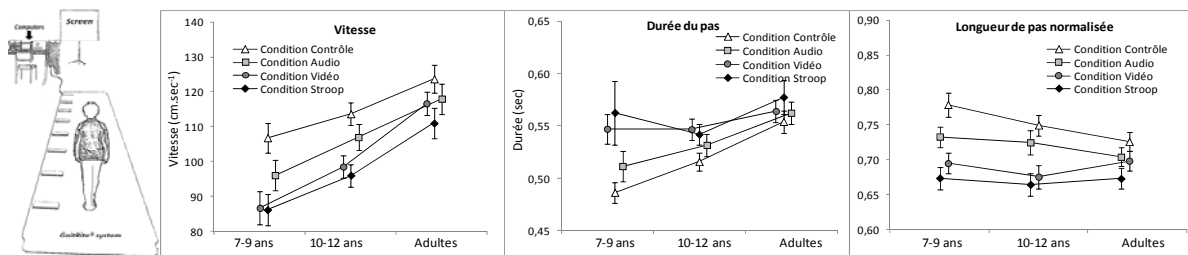


Figure 1. Dispositif expérimental et résultats pour les paramètres de vitesse, durée de pas et longueur de pas en fonction de groupe d'âge pour les 3 conditions de tâche concurrente et la condition contrôle.

Discussion

Globalement, les résultats montrent une altération des paramètres de marche lorsqu'une tâche cognitive secondaire est instaurée simultanément, et cela pour tous les groupes d'âge. Le contrôle de la marche s'appuie sur les ressources attentionnelles disponibles. Cependant, on observe que la dégradation de la marche est dépendante de l'âge et de la tâche secondaire. Le contrôle de la marche des plus jeunes enfants est affecté plus fortement par l'instauration d'une tâche secondaire et cette dégradation diminue progressivement jusqu'à l'âge adulte. On observe également que la tâche secondaire auditive affecte moins les paramètres de marche pour l'ensemble des participants. La tâche visuelle affecte principalement les plus jeunes enfants et cet effet diminue au cours du développement. Par contre, la tâche d'inhibition altère le contrôle de la marche des 3 groupes d'âge. Ces résultats montrent donc que le besoin en attention est plus important pour les plus jeunes enfants. On observe également qu'au cours du développement, les enfants s'appuient davantage sur des processus visuels pour le contrôle de la marche, ce qui semble être moins le cas chez les adultes pour qui la marche est altérée principalement en situation de forte sollicitation cognitive (tâche de Stroop). Au regard de ces résultats, il semble donc important de réduire les sources d'attraction visuelle lors de la marche des enfants, principalement pour les plus jeunes. Ces résultats peuvent permettre d'améliorer des protocoles de rééducation de la marche pour des enfants présentant des troubles moteurs.

Références

- Lajoie, Y., Teasdale, N., Bard, C., & Fleury, M. (1993). Attentional demands for static and dynamic equilibrium. *Experimental Brain Research*, 97, 139-144.
- Palluel, E., Nougier, V., & Olivier, I. (2010). Postural control and attentional demand during adolescence. *Brain Research*, 1358, 151-159.
- Wright, L., Waterman, M., Prescott, H., & Murdoch-Eaton, D. (2003). A new Stroop-like measure of inhibitory function development: typical developmental trends. *Journal of Child Psychological Psychiatry*, 44, 561-575.

Effet de la sieste sur la vigilance et les performances psychomotrices du sportif en condition de sommeil normal et de décalage horaire simulé

Elisabeth Petit^{1,2}, Fabienne Mougin^{2,3}, Hubert Bourdin^{1,4}, Grégory Tio^{1,5}, & Emmanuel Haffen^{1,4,5}

¹ EA 481, SFR 133

² UPFR Sports

³ EA 3920, EPSI

⁴ Laboratoire d'Exploration du Sommeil et de la Vigilance

⁵ CIC-IT 808 INSERM, CHRU Besançon

elisabeth.petit@univ-fcomte.fr

Introduction

La sieste correspond à un besoin naturel de repos en début d'après-midi provenant de mécanismes endogènes, régulés par l'horloge biologique. La sieste est donc liée à la baisse de vigilance et à l'augmentation de la somnolence, qui correspond à un rythme biquotidien de propension au sommeil. Les sportifs sont de surcroît soumis à un sommeil perturbé lors d'entraînements intensifs ou de déplacements en vue de compétitions. Ces contraintes ont conduit certains entraîneurs à proposer une opportunité de sieste post-prandiale aux athlètes, en supposant empiriquement que celle-ci est essentielle pour les performances. Des études ont montré qu'une courte sieste diurne inférieure à 30 min restaure la vigilance et améliore les performances cognitives chez le sujet sain ou pathologique (pour revue, Takahashi, 2003). Toutefois les effets de la sieste sur les performances cognitives du sportif après une nuit de sommeil normal ou une nuit de restriction de sommeil ont été très peu étudiés (Waterhouse, J., Atkinson, G., Edwards, B., & Reilly, T., 2007), et ceux après une nuit en situation de décalage horaire n'ont jamais été démontrés. Le but de cette étude est de mesurer les effets d'une sieste sur la vigilance et les performances psychomotrices du sportif après une nuit de sommeil normal et après une situation de décalage horaire.

Méthodes

Seize sportifs masculins (âge : 22,2 +/- 1,7 ans ; taille : 178,3 +/- 5,6 cm ; poids : 73,7 +/- 7,9 kg ; VO₂ max : 55,4 +/- 9,1 ml/min/kg, sans pathologie du sommeil) ont été recrutés. Chaque sujet a passé 4 nuits, de manière aléatoire et en cross over, en laboratoire de sommeil, dont 2 nuits de sommeil normal (23h-7h) et 2 nuits en avance de phase de 5 h (18h-2h) suivies le lendemain d'un repos sans sieste ou avec sieste. La sieste, d'une durée effective de 20 min, a été surveillée en continu par polysomnographie et a eu lieu 6 heures après le réveil dans toutes les conditions. Juste après et 3 heures après le repos sans sieste ou avec sieste, la vigilance objective et les performances psychomotrices ont été évaluées par des tests de potentiels évoqués auditifs (P300) et d'évaluation de l'attention (TAP M). L'onde P300, composante cognitive du potentiel évoqué, survient lorsqu'un sujet détecte un stimulus attendu et imprévisible. Sa latence fournit une indication indirecte sur la durée des opérations cognitives et son amplitude représente un indice de l'aspect énergétique des processus cognitifs. Deux fréquences tonales, l'une rare et l'autre fréquente ont été utilisées. Le patient, installé confortablement dans un fauteuil, est équipé d'un casque auditif électro-cap permettant de recueillir le signal électroencéphalographique dans 19 dérivations différentes et 400 stimuli lui sont présentés. Ont été retenus la latence et l'amplitude d'apparition des ondes, la moyenne des non-réponses, des réponses correctes et incorrectes, et la moyenne des temps de réaction. Le TAP M évalue les performances psychomotrices sur des tâches simples ou complexes par l'action d'un bouton réponse à l'apparition de stimuli sur un écran d'ordinateur. Différents champs de l'attention ont été étudiés : attention divisée, attention soutenue, distractibilité, balayage visuel, flexibilité, alerte phasique. Enfin, la sensation de somnolence a été mesurée tout au long de la journée (6 mesures) grâce à une échelle visuelle analogique (EVA).

Résultats

Les résultats sont comparés 2 à 2 dans les 2 conditions de sommeil (normal et décalage), sans et avec sieste. En condition normale, la latence des P300 diminue après sieste en dérivation Pz (juste

après sieste, $p < 0,01$) et l'amplitude augmente en dérivation Fz ($p < 0,05$). Trois heures après la sieste, les temps de réaction diminuent ($p < 0,05$) avec toutefois une dégradation de la qualité des réponses : augmentation des non-réponses ($p < 0,05$), des réponses incorrectes ($p < 0,05$), couplé à la diminution des réponses correctes ($p < 0,05$). Les temps de réaction dans les tâches complexes sont plus bas que ce soit juste après la sieste (attention divisée, $p < 0,05$), ou 3 heures après la sieste (distractibilité, $p < 0,05$ et attention soutenue, $p < 0,05$), comparée à la condition sans sieste. Le score de somnolence après sieste est plus bas comparé à celui obtenu sans sieste ($p < 0,05$).

En condition de décalage, seules les amplitudes en dérivation Fz et Cz augmentent juste après la sieste (respectivement $p < 0,01$ et $p < 0,05$). Les temps de réaction dans les tâches simples et complexes sont inchangés, excepté une baisse des temps de réaction 3h après la sieste pour un seul type de tâche (distractibilité, $p < 0,05$). Le score de somnolence après sieste reste inchangé.

Discussion

La sieste, lorsqu'elle est pratiquée après une nuit de sommeil normal, diminue la durée des opérations cognitives (baisse de la latence des P300), et augmente la possibilité de traitements cognitifs complexes (augmentation de l'amplitude des P300). Elle diminue la somnolence, augmente les performances psychomotrices, réduisant ainsi le temps nécessaire à la réalisation de tâches cognitives complexes. La dégradation de la qualité des réponses parallèlement à une plus grande vigilance post-sieste peut s'expliquer par des réponses plus rapides, avec le risque de faire des erreurs. Les résultats des P300 obtenus après la sieste sont similaires à ceux obtenus par Zhao et al (2010) ou de Milner, Fogel et Cote (2006) chez des siesteurs habituels en condition de sommeil normal. En revanche, ils divergent de ceux de Takahashi et Arito (2000) qui n'ont montré aucune modification de l'amplitude des P300 après une sieste de 15 min chez des sujets sains soumis à un déficit de sommeil de 4h. Dans notre étude, les meilleures performances à des tâches cognitives moins d'une heure et jusque 3 heures après la sieste, peuvent être dues à l'absence d'inertie du sommeil post-sieste, comme déjà démontré lors de siestes de moins de 30 minutes (Tassi, P., & Muzet, A., 2000). Les résultats observés en condition de sommeil normal ne sont pas retrouvés après le décalage horaire. Contrairement à nos attentes, la sieste n'améliore pas la performance psychomotrice chez le sportif, lorsqu'elle a lieu après un décalage horaire simulé, sans doute en raison de l'horaire à laquelle elle est pratiquée, donc au processus circadien.

Une courte sieste en situation de sommeil normal, restaure la vigilance objective (P300), améliore les performances psychomotrices, en augmentant la vigilance subjective (EVA) du sportif. L'absence d'inertie du sommeil après la sieste peut expliquer l'impact positif de la sieste sur ces performances. La sieste n'améliore pas les performances psychomotrices, ni la vigilance du sportif quand elle est subséquente à un décalage horaire.

Références

- Milner, C. E., Fogel, S. M., & Cote, K. A. (2006). Habitual napping moderates motor performance improvements following a short daytime nap. *Biol Psychol*, 73(2), 141-156.
- Takahashi, M. (2003). The role of prescribed napping in sleep medicine. *Sleep Med Rev*, 7(3), 227-235.
- Takahashi, M., & Arito, H. (2000). Maintenance of alertness and performance by a brief nap after lunch under prior sleep deficit. *Sleep*, 23(6), 813-819.
- Tassi, P., & Muzet, A. (2000). Sleep inertia. *Sleep Med Rev*, 4(4), 341-353.
- Waterhouse, J., Atkinson, G., Edwards, B., & Reilly, T. (2007). The role of a short post-lunch nap in improving cognitive, motor, and sprint performance in participants with partial sleep deprivation. *J Sports Sci*, 25(14), 1557-1566.
- Zhao, D., Zhang, Q., Fu, M., Tang, Y., & Zhao, Y. (2010). Effects of physical positions on sleep architectures and post-nap functions among habitual nappers. *Biol Psychol*, 83(3), 207-213.

Effet du point de vue dans une tâche prédictive au tennis

Sami Mecheri¹, Céline Triolet², Jules Marie¹ et Nicolas Benguigui¹

¹ Laboratoire CesamS, Université de Caen

² Laboratoire CIAMS, Université de Paris-Sud

sami.mecheri@unicaen.fr

Introduction

Dans le domaine de l'anticipation perceptive, la plupart des travaux réalisés à ce jour se sont appuyés sur des mesures de performance lors de tâches de jugements perceptifs impliquant la présentation de clips vidéo représentant la perspective d'un acteur (voir van der Kamp et al., 2008). Il a été montré que les joueurs experts sont en capacité d'utiliser des informations cinématiques émanant de la gestuelle de l'adversaire (Williams et al., 2002) ainsi que des informations liées aux probabilités situationnelles – permettant de fournir une réponse avant l'arrivée de ces indices cinématiques – pour élaborer des prédictions précises (Abernethy et al., 2001). En lien avec ce dernier résultat, une ligne de recherches vise maintenant à dépasser une description de l'anticipation réduite à des processus isolés de traitement de l'information cinématique véhiculée par la frappe adverse en y ajoutant une dimension informationnelle tactique (Williams et al., 2006). Les séquences expérimentales qui y sont utilisées ne présentent alors plus de vue centrée autour de la gestuelle adverse puisque leur visée est d'inclure dans la stimulation d'autres informations propres à la situation d'anticipation (e.g., position du joueur testé, de l'adversaire, espaces libres) ne pouvant être capturées que par un plan plus large. L'utilisation de ces plans larges issus de caméras placées en tribunes (e.g., Williams et al., 2006) ne semble toutefois pas être accompagnée de véritable questionnement théorique. La présente étude vise à tester l'influence du plan vidéo sur l'activité décisionnelle des participants par la présentation de situations de jeu identiques mais présentées selon deux plans différents – l'un favorisant l'accès à l'information gestuelle et l'autre à l'information tactique – à deux échantillons de joueurs de niveaux d'expertise différents.

Méthode

Participants. 40 joueurs de tennis volontaires (20 classés ATP et 20 récréatifs) devaient indiquer en appuyant sur une touche le plus rapidement possible la future direction d'une frappe de balle de fond de court (gauche/droite). *Stimuli.* Les séquences ont été filmées depuis l'axe longitudinal du court lors de matches de joueurs professionnels (un joueur de face en haut, un joueur de dos en bas). Deux plans d'enregistrement ont été utilisés via l'installation de deux caméras situées à 14 m en arrière de la ligne de fond de court et à 3 m de hauteur (Plan Bas, PB) et à 7 m de hauteur (Plan Haut, PH). Nous avons fait l'hypothèse que le plan PH autorise un meilleur accès à l'information tactique du fait d'une perception plus aisée de la position relative des deux joueurs et que le plan PB autorise un meilleur accès à l'information cinématique émanant de la gestuelle adverse du fait d'un plan plus proche et plus représentatif du point de vue du joueur sur le terrain. Toutes les séquences (n = 48) présentaient trois frappes dont la dernière (réalisée par le joueur du haut) était systématiquement occultée au moment de l'impact balle-raquette. Une pré-expérimentation avec 20 coaches de tennis professionnels a permis de tester le niveau de difficulté des séquences et de les répartir en deux groupes : 24 séquences correspondaient à un niveau de difficulté « Faible » dans la mesure où le nombre de réponses correctes pour chacune était significativement supérieur au hasard ; 24 autres correspondaient à un niveau de difficulté « Élevé » car ce nombre ne se distinguait pour aucune du hasard. Le facteur difficulté permettait de tester l'influence du plan sur des séquences présentant des contraintes informationnelles différentes : certaines dont on sait qu'elles contiennent de l'information permettant de réaliser des anticipations effectives et d'autres où cette information n'est pas ou moins accessible. *Procédure.* Après le visionnage de 7 séquences de familiarisation, tous les joueurs ont été en premier lieu confrontés à un bloc contrôle de 16 séquences (parmi lesquelles 8PB/8PH et 8Faibles/8Élevées) de façon à homogénéiser nos sous groupes dans les conditions PB et PH. *Variables dépendantes.* Deux variables dépendantes ont été prises en compte : le pourcentage de bonnes réponses (PBR) et le temps de réponse (TR). Les

analyses statistiques ont été réalisées selon le plan factoriel suivant : Expertise (2) × Plan (2) × Difficulté (2), le dernier étant un facteur apparié.

Résultats

L'analyse de variance a révélé un effet principal de l'expertise ($F_{1,33} = 40.74$, $p < 0.001$, $\eta^2 = .55$), du plan ($F_{1,33} = 7.91$, $p = 0.008$, $\eta^2 = .19$) et de la difficulté ($F_{1,33} = 65.14$, $p < 0.001$, $\eta^2 = .66$) sur le PBR. Les tests post-hoc ont montré que le PBR exprimé par les experts ($74.54 \pm 9\%$) était significativement supérieur à celui exprimé par les novices ($62.81 \pm 11\%$). Celui exprimé dans la condition PB ($71.18 \pm 10.4\%$) était significativement supérieur à celui exprimé dans la condition PH ($66.78 \pm 13.1\%$). Enfin les PBR recueillis pour les séquences de niveau faible ($77.31 \pm 8.4\%$) et élevé ($60.99 \pm 9.6\%$) se distinguaient significativement. L'analyse de variance a également révélé un effet d'interaction plan × difficulté ($F_{1,33} = 13.79$, $p < 0.001$, $\eta^2 = .29$). Cette interaction révèle que le PBR exprimé en PB-Élevé ($66.60 \pm 8.7\%$) était significativement supérieur à celui exprimé en PH-Élevé ($54.41 \pm 6.6\%$).

L'analyse de variance a révélé un effet principal de la difficulté ($F_{1,33} = 9.77$, $p = 0.004$, $\eta^2 = .23$) sur le TR. Le TR moyen exprimé pour les séquences de niveau faible (944 ± 235 ms) était significativement plus faible que celui exprimé pour les séquences de niveau élevé (1018 ± 278 ms).

Discussion

Concernant le niveau de difficulté des séquences, les résultats des joueurs testés dans cette étude reproduisent ceux obtenus par les entraîneurs et montrent la robustesse de cet effet de difficulté. L'idée d'une information plus subtile dans les séquences de niveau élevé, peut sans doute s'expliquer par l'absence d'informations tactiques évidentes nécessitant le prélèvement des informations gestuelles. Cette idée est corroborée par des TR plus élevés associés à ces séquences qui témoignent de la vitesse avec laquelle les informations visuelles sont traitées et la réponse est préparée (Triolet et al., 2013). Les résultats de cette étude révèlent aussi que le PB permet d'améliorer le PBR. Ceci indique que ce plan favorise le prélèvement de l'information pertinente et s'explique par une plus grande représentativité de ce plan vis-à-vis de la perspective naturelle du joueur ainsi qu'une probable meilleure immersion. L'interaction plan × difficulté montrant une augmentation significative du PBR associé aux séquences de niveau élevé en PB suggère que ce plan est surtout favorable au prélèvement des informations gestuelles.

En conclusion, ces résultats soulignent l'importance d'utiliser des conditions expérimentales les plus proches de l'environnement habituel de performance afin d'étudier les habiletés perceptivo-cognitives sous-jacentes aux actions d'anticipation au tennis.

Références

- Abernethy, B., Gill, D. P., Parks, S. L., & Packer, S. T. (2001). Expertise and the perception of kinematic and situational probability information. *Perception*, *30*(2), 233–252.
- Triolet, C., Benguigui, N., Le Runigo, C., & Williams, A. M. (2013). Quantifying the nature of anticipation in professional tennis. *Journal of Sports Sciences*, *31*(8), 820–30.
- Van der Kamp, J., Rivas, F., Doorn, H. van, Savelsbergh, G., & Bennett, S. (2008). Ventral and dorsal system contributions to visual anticipation in fast ball sports. *International Journal of Sport Psychology*, *39*(2), 100–130.
- Williams, A. M., Hodges, N. J., North, J. S., & Barton, G. (2002). Perceiving patterns of play in dynamic sport tasks: Investigating the essential information underlying skilled performance. *Perception*, *35*(3), 317–332.
- Williams, A. M., Ward, P., Knowles, J. M., & Smeeton, N. J. (2002). Anticipation skill in a real-world task: Measurement, training, and transfer in tennis. *J Exp Psychol: Appl*, *8*, 259–70.

Session Orale N°33

Suivi et optimisation de l'entraînement

(Modérateur : Christophe Hautier)

Effect of taper with electrostimulation compared to the exponential taper on short-term exercise performances and rating of perceived exertion

Fatma Rhibi¹, Hamdi Chtourou^{2, 3}, Abderraouf Ben Abderrahman³, Anis Zribi⁴, Amine Ghram^{2, 5} et Haithem Rebai^{2, 4}

¹Laboratory of Environment Biomonitoring, Faculty of sciences of Bizerte, University of Carthage, Tunisia.

²High Institute of Sport and Physical Education of Sfax, Sfax, Tunisia.

³Research Laboratory "Sport Performance Optimization", National Center of Medicine and Sciences in Sport (CNMSS), Tunis, Tunisia.

⁴Research Unit "Cardio-Circulatory, Respiratory, Metabolic and Hormonal Adaptations", Faculty of Medicine Ibn El Jazzar, Sousse University, Tunisia.

⁵ Research Unit of the assessment of musculoskeletal disorders (UR12ES18), University of Sfax, Tunisia.

rhibi.fatma@yahoo.fr

Introduction

Tapering, as a reduction in volume training, provide a decrease in fatigue accumulated by previous training sessions and helps to increase performances. Significant improvements have been reported after tapering for swimmers, cyclists, rowers and triathletes (Mujika et al., 2002; Jurimae et al., 2003). In the other hand, several studies showed the efficiency of electrostimulation to improve vertical jump performance, sprint and maximal strength (Brocherie et al. 2005; Harrero et al. 2006). However, there is no study examining a combined taper with ES training on short-duration performances. Thus, we aimed to investigate the effect taper with ES compared to the exponential taper on muscle strength, vertical jump performances and rating of perceived exertion. We can hypothesize that including ES training during tapering may enhance anaerobic performances.

Methods

One week before the actual measurements, subjects were familiarized with the experimental testing procedures on a control day. Anthropometrical measurements and resistance load verifications for the experimental exercises were also determined for each subject. Thereafter, subjects were tested at 3 different sessions: before training (T0), after 5 weeks of resistance training (T1) and after 2 weeks of taper phase (T2). The testing protocol includes; squat jump (SJ), countermovement jump (CMJ) and one repetition maximum test (1RM). All measurements were performed at the same time of the day. *Rating of perceived exertion* (RPE) was assessed at 2 times; values measured at resistance training period and at taper period. Subjects answered to questionnaire of *rating of perceived exertion after every training session*. At resistance training, participants performed 3 sets of 10 repetitions in 3 exercises (i.e., squat, leg extension and leg curl) with 2 min of recovery for 5 weeks (2 sessions per week). Training intensity was established as 10 repetitions to failure per set (10RM). At taper period, CG continued with the same program. However, ETG and ESG underwent a decrease in training volume. ESG had in addition ES training program (superimposed technique) on the lower limbs muscles (frequency: 80 Hz, duration of pulsed currents 250 μ s, intensity used varied between 18 and 25 Am depending on the tolerance of the subject).

Main finding

After resistance training, significant increase ($p < 0,001$) was observed in SJ, CMJ and RM for the 3 groups (ETG, ESG and CG). Tapering induced significant increase ($p < 0,001$) in performance as measured during the RM, SJ and CMJ in both ETG and ESG. Despite, no difference was found after taper period between ETG and ESG ($p > 0.05$).

Besides, RPE scores were similar among the 3 groups ($p > 0.05$) at resistance training. Therefore, RPE values decreased significantly at T2 ($p < 0.001$) for the ETG and the ESG ($p < 0.001$). The

results did not show any significant difference between ETG and ESG after taper ($p > 0.05$).

Table1. Δ -change (mean \pm SD) in SJ, CMJ and RM recorded between T0 (before training), T1 (after resistance training) and T2 (after taper period) for CG, ETG and ESG.

	SJ		CMJ		RM	
	T0-T1	T1-T2	T0-T1	T1-T2	T0-T1	T1-T2
CG	2.12 \pm 1.23	0.41 \pm 0.17	1.72 \pm 0.67	0.53 \pm 0.32	34.22 \pm 9.36	5 \pm 3.57
ETG	2.68 \pm 0.62	1.87 \pm 0.55*	1.57 \pm 0.80	2 \pm 0.92*	41.44 \pm 19.76	26.56 \pm 8.47**
ESG	3.17 \pm 1.48	2.39 \pm 0.53**	2.29 \pm 1.67	2.61 \pm 0.27**	46.40 \pm 20.78	32.7 \pm 13.96**

T0-T1: Δ -change from T0 to T1; T1-T2: Δ -change from T1 to T2; CG: control group; ETG: exponential taper group; ESG: ES taper group; **: significant difference in comparison with CG at the levels of $p < 0.001$; *: significant difference in comparison with CG at the levels of $p < 0.01$.

Discussion

Taper improved significantly maximal strength and vertical jump performances for ETG and ESG. In contrast, there is no significant difference between the 2 programs of taper (i.e., exponential taper fast decay and taper with ES training). We suggest that two weeks of tapering were not enough to bring out the best in short-term maximal performance compared to those without ES.

The decrease of RPE scores, during tapering period, seems to be good proof of the reduction in fatigue during tapering compared to the previous period of training. However, ETG and ESG had the same RPE values at T2 compared to T1.

References

- Jurimae, J., Maestu, J., & Jurimae, T. (2003). Leptin as a marker of training stress in highly trained male rowers? *Eur J Appl Physiol*; 90:533–538.
- Mujika, I., Padilla, S., & Pyne, D. (2002). Swimming performance changes during the final 3 weeks of training leading to the Sydney 2002 Olympic Games. *Int J Sports Med*; 23:582–587.
- Brocherie, F., Babault, N., Cometti, G., Maffiuletti, N., & Chatard, JC. (2005). Electrostimulation training effects on the physical performance of ice hockey players. *Med Sci Sports Exerc*; 37: 455–460.
- Herrero, JA., Izquierdo, M., Maffiuletti, NA., & Garcia-Lopez, J. (2006). Electromyostimulation and plyometric training effects on jumping and sprint time. *Int J Sports Med*; 27: 533–9.

2013).

- Les qualités physiques ont été mesurées à l'aide du test YYRT2 et du DJ test.
- L'évolution des paramètres biologiques a été analysée à travers 3 prélèvements sanguins réalisés au cours de la saison (Tableau 2).

Résultats

- La charge d'entraînement diminue progressivement et significativement (p<0.001) (Figures 1 et 2).
- Cette diminution est essentiellement due à la diminution du volume d'entraînement (Figure 2).
- Il n'y a pas d'évolution significative des distances parcourues au-delà de 13 km.h⁻¹.
- On relève une augmentation significative (p<0.001) de la vitesse moyenne des courses >13 km.h⁻¹.
- Une corrélation négative est observée entre la charge interne hebdomadaire, le volume d'entraînement et la performance au DJ test (r = - 0.49, r = - 0.47 respectivement p<0.001).
- Les performances au test YYRT2 n'évoluent pas significativement.
- Les concentrations d'hématies et de réticulocytes augmentent significativement (p<0.01) à la fin de la saison sportive (Tableau 2).
- Les concentrations de créatine kinase, de testostérone et le ratio (T/C) ne changent pas significativement malgré une augmentation significative du cortisol (p<0.01) à la fin de la saison sportive (Tableau 2).

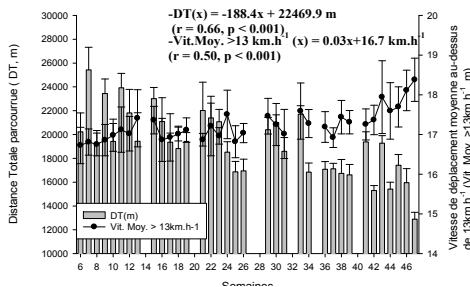


Figure 1. Evolution des paramètres de la CE externe

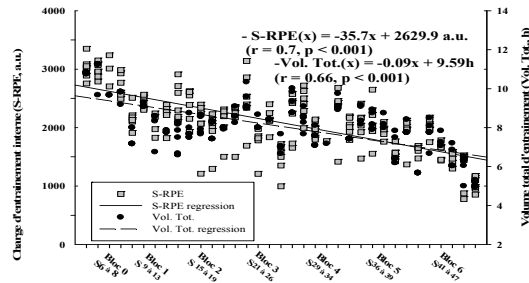


Figure 2. Evolution de la CE interne

Discussion

La diminution progressive de la CE aurait contribué à éviter l'apparition d'une fatigue chronique, sans altérer les qualités physiques des sujets. La diminution du volume d'entraînement assortie d'un maintien (ou d'une augmentation) de l'intensité permet d'optimiser la puissance musculaire des membres inférieurs.

Références

Coutts, Aaron J., Peter Reaburn, Terrence J. Piva, and Greg J. Rowsell. "Monitoring for Overreaching in Rugby League Players." *European Journal of Applied Physiology* 99, no. 3 (January 25, 2007):

Cummins, Cloe, Rhonda Orr, Helen O'Connor, and Cameron West. "Global Positioning Systems (GPS) and Microtechnology Sensors in Team Sports: A Systematic Review." *Sports Medicine* 43, no. 10 (June 28, 2013).

Foster, Carl, J.A. Florhaug, and Jodi Franklin. "A New Approach to Monitoring Exercise Training." *The Journal of Strength & Conditioning Research* 15, no. 1 (2001): 109-15.

McLellan, Christopher P., Dale I. Lovell, and Gregory C. Gass. "Markers of Postmatch Fatigue in Professional Rugby League Players." *Journal of Strength & Conditioning* 25, 4 (2011):30-39.

Tableau 2: Evolution des paramètres biologiques durant la saison.

	Hématies	Hémoglobine	Taux d'hématocrite	Réticulocytes	Créatine-kinase	Testostérone (T)	Cortisol (C)	T/C
Unités	Milios mm ³	g/100ml ³	%	Milios mm ³	UI ³	ug ³	ug/dl ³	ratio
1ère partie de championnat	4.7 ± 0.4	14.8 ± 0.9	42.4 ± 2.7	46.11 ± 25.6	469.9 ± 181.4	5.8 ± 2.3	177.9 ± 23.5	0.033 ± 0.01
Milieu de saison	4.6 ± 0.2***	14.5 ± 0.5	41.2 ± 1.8	47.8 ± 12.2	664.1 ± 282.6	5.0 ± 0.9	154.5 ± 27.1*	0.033 ± 0.01
Fin de la saison régulière	5 ± 0.2***SS	15.0 ± 0.6	45.8 ± 2.0***SSS	76.4 ± 14.4***SS	558.8 ± 420	6.3 ± 1.9	215.8 ± 33***SSS	0.03 ± 0.01

Post-heat-acclimatisation precooling: a promising ergogen for endurance performance?

Cyril Schmit¹, Yann Le Meur¹, Rob Duffield², Aaron Coutts² et Christophe Hausswirth¹

¹Laboratoire « Sport, Expertise et Performance » (EA 7370), Institut National du Sport, de l'Expertise et de la Performance (INSEP), Paris, France

²Sport and Exercise Discipline Group, Faculty of Health, University of Technology Sydney (UTS), Sydney, Australia
cyril.schmit@insep.fr

Exercise in hot and humid environmental conditions leads to the development of hyperthermia, which is associated to increased physiological and perceptive strain. The accumulation of heat strain translates into progressive down-regulation of self-paced endurance performance and, during prolonged competitive events, may even endanger athletes' health. Accordingly, various strategies aiming to reduce heat storage by the body have been developed. Specifically, heat-acclimation and cooling procedures have proven their utility in combating hyperthermia and, in turn, increasing work capacity in the heat (Garrett et al., 2011; Ross et al., 2013).

Long-term heat-acclimation (*i.e.* >14 training days in the heat) has been found to improve endurance performance in the heat by promoting long-term systemic (cardiovascular, metabolic, thermoregulatory and perceptive) adaptations against heat stress. Regarding the rate of development of these adaptations, complete heat-acclimation for athletes living in temperate climate requires regular and extensive active exposure to hot environmental conditions. However, daily exposure to a challenging heat stimulus is uncommon for this population whose usual life context often only enables intermittent, partial heat-acclimation. While the scheduling of training sessions in a heat chamber may constitute an effective opportunity to achieve complete acclimation, logistic and financial components can compromise its use. In this context, heat-acclimatisation (HA) appears a judicious help to prepare athletes for competition in the heat. Indeed, HA requires scheduling early arrival on the place of the event and, in contrast to heat-acclimation, enables regular passive exposures to heat around trainings. Therefore, HA may be an attractive strategy to optimize HA-related cost-benefit trade-off.

Shorter-term strategies to shield athletes from hyperthermia aim to cool the body immediately prior to competition (*i.e.* precooling, PC) to delay subsequent heat storage. However, similar to the use of heat chamber, logistic dimensions of PC may compromise certain interventions during competitions. This suggests that only non-challenging strategies should be used. Since skin temperature has recently been reported to primarily determine endurance performance in the heat, cooling vests that offer an optimal cooling-efficiency trade-off constitute an attractive pre-competition preparation strategy. Ice vests have reported positive ergogenic effects when used during passive and active periods of time close to exercise time, notably by absorbing the excess of body heat produced during the warm-up, improving thermal comfort, and up-regulating the initial pace of exercise. In spite of HA and PC respective effects, no studies yet investigated their potential ergogenic combination on self-paced endurance performance.

During self-paced performance, it is well established that athletes regulate their actual pace according to previous experiences with the nature of the event and environmental conditions, such as heat. Experiences enable athletes to determine whether the spontaneous perceived exertion – partly influenced by ambient conditions – match with the predefined, expected exertion. Accordingly, race pacing and pacing model could differ according to the heat-acclimation level of the athlete, as well as to the practical use of a cooling strategy, since these procedures lower perceived exertion at a given intensity. However, to date, how these strategies actually act upon the planned template of an athlete is unknown. Similarly, how these strategies affect the congruency

between anticipated and actual observable components of the race have not been explored.

This study therefore aimed to investigate the potential relevance of two strategies combined to combat heat-related deleterious effects on endurance performance *i.e.*, whether post-HA PC benefits were as evident as before HA. For this, thirteen well-trained national triathletes (age 31 ± 4 yr, height 179.5 ± 4 cm, body mass 71.7 ± 5.6 kg, $\dot{V}O_{2\max}$ 64.9 ± 6.9 mlO₂·kg⁻¹·min⁻¹, maximal aerobic power 406 ± 34 W) completed two time trials (TT) in hot and humid conditions (35 °C, 50% of relative humidity) both before and at the end of an 8-day training camp in the heat: with and without precooling using an ice vest. Because ice vests reduce heat storage during warm-up and increase thermal comfort, and HA lowers heat storage during exercise, an extensive advantage of PC to HA was hypothesized. Furthermore, as both strategies act to limit heat-related disruptive exertion, the present research also gave us the opportunity to characterize how PC, HA and their combination, influence the accuracy of predicted versus actual pace.

Results supported previous findings regarding the respective benefits of PC and HA. While PC *per se* allowed a moderate increase in power output ($+10 \pm 18$ W, effect size [ES], 4.4 ± 4.6), HA ensured a very large improvement of performance ($+28 \pm 19$ W, ES, 11.3 ± 4.4). In spite of these effects and PC-related improved thermal comfort post-HA, the overall performance related to the post-HA PC intervention did not further increase. If the combined intervention only induced an unclear performance improvement ($+4 \pm 14$ W, ES, 1.4 ± 3), specific analyses of PC benefits from pre- to post-HA nevertheless suggest maintaining PC prior to competition. Indeed, the comparable kinetic of PC-related pattern pre- and post-HA provided useful insight relative to the cooling power needed depending on the HA level of the athlete, or to the nature of the event occurring in the heat.

Références

- Garrett, A.T., Rehrer, N.J., Patterson, M.J. (2011). Induction and decay of short-term heat acclimation in moderately and highly trained athletes? *Sports Med*, 41(9), 757-771.
- Ross, M., Abbiss, C., Laursen, P., Martin, D. & Burke, L. (2013). Precooling methods and their effects on athletic performance. *Sports Med*, 43, 207-225.

Effet d'un entraînement aérobie intermittent des membres inférieurs sur la performance en course en ligne chez le jeune kayakiste pré-pubère

Pierre-Marie Leprêtre¹, Séverine Lagarde² et Pierre Baux³

¹Laboratoire APERE, EA-3300, UFR-STAPS, Université de Picardie Jules Verne, Amiens

²Licence STAPS parcours Entraînement, UFR-STAPS, Université de Picardie Jules Verne, Amiens

³Club Nautique Rivery

pierre-marie.lepretre@u-picardie.fr

Introduction

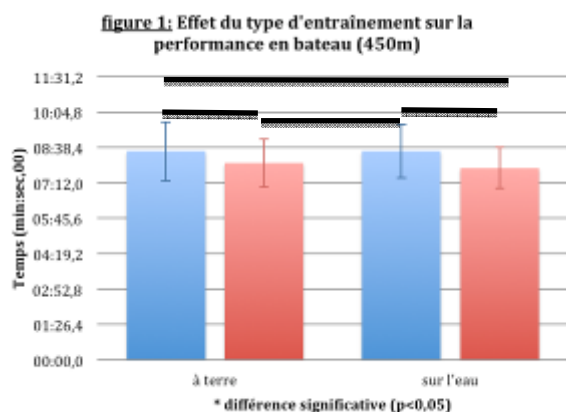
Les épreuves de course en ligne en kayak (on-water TT) se caractérisent par une sollicitation importante du haut du corps. Michael et coll. (2008) ont montré que on-water TT dépendait de l'aptitude des muscles du tronc et des membres supérieurs à développer un haut niveau de force mais également de leur fort potentiel aérobie. Récemment, Oliveira Borges et coll. (2014) ont observé des relations significatives entre les réponses physiologiques et on-water TT. La consommation maximale d'oxygène (VO_{2max}) et la puissance maximale aérobie expliquaient 88% et 85% de la variance ($p < 0,001$) sur les distances de 200-m et 1000-m en course-en-ligne ; l'aptitude des muscles actifs à utiliser l'oxygène étant également un facteur explicatif de la performance en kayak (Oliveira Borges et coll., 2014). Toutefois, les conditions climatiques rencontrées en hiver dans les pays européens ne permettent pas de pouvoir réaliser un travail spécifique du développement aérobie en bateau, notamment chez les plus jeunes. Deux études (Tordi et coll., 2001 ; Osawa et coll., 2014) ont montré que des séances du potentiel aérobie des membres inférieurs ($PA_{membre-inf}$) pouvait induire, à moindre mesure, une amélioration du potentiel aérobie des membres supérieurs. Tordi et coll. (2001) ont observé qu'un entraînement intermittent des membres inférieurs améliorait l'aptitude aérobie des membres supérieurs. Toutefois, ce transfert de l'aptitude aérobie entre les membres supérieurs et inférieurs resterait dépendant du niveau initial des sujets, du type et de l'intensité des séances d'entraînement (Tordi et coll., 2001). Récemment, Osawa et coll. (2014) ont rapporté que le transfert de l'aptitude aérobie entre les membres supérieurs et inférieurs serait optimisé par l'association de $PA_{membre-inf}$ à des exercices de musculation du haut du corps. L'objectif de cette étude est de comparer les effets de deux entraînements de charge équivalente : ENT-à-terre, associant des séances de développement du potentiel aérobie en course à pied ($PA_{membre-inf}$) à des exercices de développement de la force du haut du corps ($F_{membre-sup}$) et ENT-sur-l'eau, basé sur un entraînement spécifique en bateau, sur la performance en course en ligne du garçon kayakiste pré-pubère.

Méthodes

9 garçons pré-pubères ($10,9 \pm 1,9$ ans ; 152 ± 20 cm ; $44,4 \pm 11,4$ kg) ont réalisé une course en ligne de 450 mètres et un test de détermination de la vitesse maximale aérobie intermittente en course à pied (v30-15IFT) avant et après 1) 11 semaines d'ENT-à-terre et 2) 11 semaines d'ENT-sur-l'eau, entrecoupées de 2 semaines de repos complet et de charge d'entraînement équivalente (Borges et coll., 2014, Ishak et coll. 2015). Les séances de développement du potentiel aérobie reposaient sur des exercices intermittents 1) de course à pied pour ENT-à-terre, et 2) de pagayage en bateau pour ENT-sur-l'eau. ENT-à-terre comprenait également des exercices de musculation du tronc et des membres supérieurs. L'ordre des deux périodes d'entraînement a été randomisé. Les températures moyennes de l'eau et de l'air étaient respectivement de $10,4 \pm 4,5^{\circ}C$ (étendue de 8,9 à 11,8 $^{\circ}C$) et $7,5 \pm 4,3^{\circ}C$ (étendue de 6,1 à 8,9 $^{\circ}C$). Les critères de performance retenus étaient les changements, avec l'entraînement, 1) de la performance chronométrique au 450m en bateau (on-water TT) et 2) de v30-15IFT. Les valeurs sont présentées sous forme de moyenne \pm écart-type et le seuil de significativité de 5 % (erreur de première espèce) a été retenu.

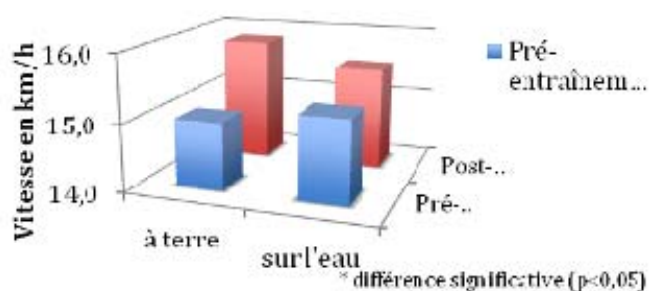
Résultats

11 semaines d'ENT_{-à-terre} ou ENT_{-sur-l'eau} ont entraîné une augmentation de on-water TT ($p < 0,01$) : ENT_{-à-terre} et d'ENT_{-sur-l'eau} ont induit une diminution de temps de course de 39 ± 35 sec et 41 ± 27 sec, respectivement, sans différence significative entre les types d'entraînement ($p = 0,16$) (figure 1).



La figure n°2 montre que seul ENT_{-à-terre} a entraîné une amélioration significative de la vitesse maximale aérobie intermittente (vitesse terminale du 30-15IFT). Cependant, ni les changements de on-water TT induits par ENT_{-à-terre} ni ceux induits ENT_{-sur-l'eau} n'étaient corrélés aux variations de la vitesse maximale aérobie intermittente avec l'entraînement (ENT_{-à-terre}: $r = 0,02$; $R^2 = 0,00$ et ENT_{-sur-l'eau}: $r = -0,29$; $R^2 = 0,09$).

Figure 2: Effet du type d'entraînement sur la vitesse finale atteinte lors de l'IFT



Discussion

En accord avec la littérature (Osawa et coll., 2014, Tordi et coll., 2008), nos résultats ont montré que l'association hebdomadaire d'un exercice de course à pied intermittent de haute intensité à des exercices de développement de la force du haut du corps améliorerait significativement, et dans des proportions similaires à ENT_{-sur-l'eau}, on-water TT. Toutefois, comme le montrent les travaux de Tordi et coll. (2008) et l'absence d'effet de ENT_{-sur-l'eau} sur la v30-15IFT dans notre étude, cet effet transfert du potentiel aérobie entre les membres inférieurs et supérieurs semble plus marqué lorsque les séances d'intermittent sont réalisées avec les membres inférieurs. L'absence d'adaptations périphériques des membres non-entraînés pourraient expliquer nos résultats ; absence qui seraient compensée au niveau des membres supérieurs et du tronc par un travail de la force musculaire (Osawa et coll., 2014).

Si la performance en course en ligne du jeune kayakiste est améliorée à la suite de 11 semaines d'entraînement à terre (ENT_{-à-terre}), l'évolution de la vitesse maximale aérobie intermittente en course à pied ne permet pas de prédire l'évolution de la performance en bateau.

Références

- Borges, T.O., Bullock, N., Duff, C., & Coutts, A.J. (2014). Methods for quantifying training in sprint kayak. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(2), 474-82.
- Ishak, A., Hashim, H. A., Krasilshchikov, O. (2015) The effects of modified exponential tapering technique on perceived exertion, heart rate, time trial performance, vo2max and power output among highly trained junior cyclists. *J Sports Med Phys Fitness*. Epub ahead of print
- Michael, J.S., Rooney, K.B., & Smith, R. (2008). The metabolic demands of kayaking: a review. *Journal of Sports Science & Medicine*, 7(1), 1-7.
- Oliveira Borges, T., Dascombe, B., Bullock, N., & Coutts, A.J. (2014). Physiological Characteristics of Well-Trained Junior Sprint Kayak Athletes. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. [Epub ahead of print]
- Osawa, Y., Azuma, K., Tabata, S., Katsukawa, F., Ishida, H., Oguma, Y., Kawai, T., Itoh, H., Okuda, S., & Matsumoto, H. (2014). Effects of 16-week high-intensity interval training using upper and lower body ergometers on aerobic fitness and morphological changes in healthy men: a preliminary study. *Open Access Journal of Sports Medicine*, 5, 257-265.
- Tordi, N., Belli, A., Mougin, F., Rouillon, J.D., & Gimenez, M. (2001). Specific and transfer effects induced by arm or leg training. *International Journal of Sports Medicine*, 22(7), 517-24.

Session Orale N°34

Biomécanique Musculaire

(Modérateur : Serge Colson)

Quelle place pour les spécialistes de la motricité dans la démarche de lutte contre les troubles musculo-squelettiques ? Application industrielle

Grégoire Mitonneau^{1,2} et Nicolas Forestier¹

¹ Laboratoire de Physiologie de l'Exercice (EA 4338), Université Savoie – Mont Blanc ; ² CEVRES Santé, Savoie Technolac, BP 322, Le Bourget du Lac Cedex, France.

gregoire.mitonneau@gmail.com

Introduction

Le développement des pathologies professionnelles telles que les troubles musculo-squelettiques (TMS) de l'épaule est directement lié à un dysfonctionnement sensori-moteur (Chester et al., 2009). Le secteur industriel s'avère particulièrement touché par ces TMS de l'épaule et plus précisément par les tendinopathies de la coiffe des rotateurs (Roquelaure et al., 2005). L'objectif de ce travail était d'évaluer l'efficacité d'un programme d'intervention basé sur un exercice thérapeutique, sur la douleur et la fonction de l'épaule chez des opérateurs de production industrielle.

Méthode

20 sujets (12 femmes, 8 hommes ; âge=45,6 ans \pm 7,4) présentant les signes d'un conflit sous-acromial ont participé à l'étude. Ils travaillaient tous, à temps plein, sur des postes de travail associés à des tâches répétitives. Le programme d'intervention consistait en 5 séances d'exercice réparties sur 3 semaines. L'exercice thérapeutique vise à opérer un recentrage dynamique de la tête humérale par un travail en chaîne cinétique fermée. Il était réalisé à l'aide d'un dispositif spécifique récemment développé illustré dans la figure 1, le Scapuleo™ (Europhyseo, Charleville-Mézières, France). Une fois installé sur ce dispositif, les sujets devaient exercer une traction sur la poignée (5 secondes) tout en gardant le bras tendu, dans le but d'isoler le travail musculaire de l'épaule. L'effort de traction devait être maximum sans générer de douleur. Lors de chaque séance d'exercice, les sujets devaient réaliser 5 séries de 7 répétitions.

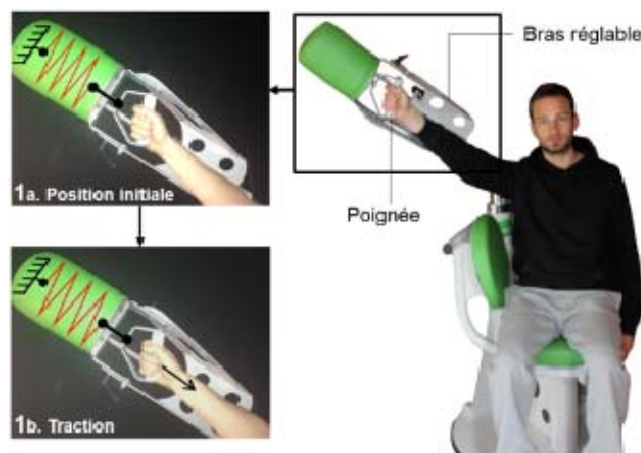


Figure 1. Illustration de l'exercice de recentrage de la tête humérale en chaîne cinétique fermée réalisé à l'aide du Scapuleo™.

L'effet du programme d'intervention a été évalué au moyen de trois sessions de mesures. La première session de mesures a permis d'établir l'état initial des sujets (mesures *pré-séance 1*). Les deux sessions de mesures suivantes ont permis d'évaluer l'effet immédiat de l'exercice (mesures *post-séance 1*) ainsi que l'effet global du programme d'intervention (mesures *post-séance 5*), sur la douleur et la fonction de l'épaule. La douleur a été mesurée au moyen d'une échelle visuelle analogique (EVA-100mm). La fonction de l'épaule a quant à elle été évaluée au moyen d'une tâche de pointage répétitif (tâche de Fitts). Les variables dépendantes ont été soumises à une ANOVA à un facteur *Temps* (Pré-S1 vs. Post-S1 vs. Post-S5) en ce qui concerne les données relatives aux EVA, et

une ANOVA de type 3 *Temps* (Pré-S1 vs. Post-S1 vs. Post-S5) \times 2 *Indices de Difficulté* (4,7 bits vs. 5,6 bits) avec mesures répétées pour la tâche de pointage.

Résultats

Les données montrent une diminution significative de la douleur dès la première séance ($p < 0,05$) ainsi qu'au terme du programme d'intervention ($p < 0,001$) (détail des différences observées dans le tableau 1).

Tableau 1 : Effets de l'exercice et du programme d'intervention sur la douleur de l'épaule.

	Effet immédiat de l'exercice EVA[post-S1] – EVA[pré S1]	Effet du programme d'intervention EVA[post-S5] – EVA[pré S1]
évolution	-11,8 (IC 95% : -5,45 à -18,18)	-29,8 (IC 95% : -23,35 à -36,28)

En ce qui concerne la fonction de l'épaule, les résultats montrent une diminution significative du temps de mouvement nécessaire à la réalisation de la tâche, pour les deux indices de difficulté, entre le début et la fin du programme d'intervention (figure 2).

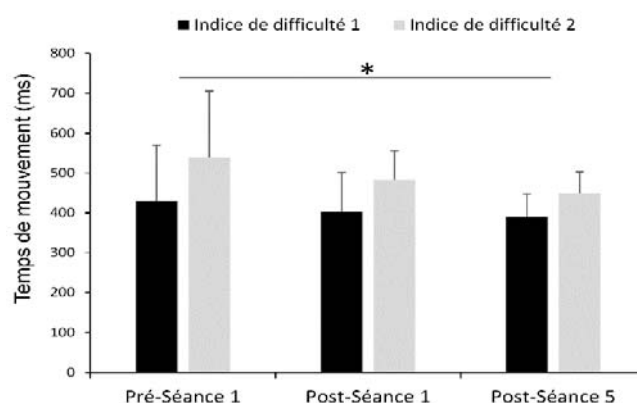


Figure 2. Effets du programme d'intervention sur les temps de mouvements calculés lors de la tâche de pointage (exprimés en ms). Indice de difficulté 1 (4,7 bits, noir), Indice de difficulté 2 (5,6 bits, gris). * $p < 0,05$.

Discussion

Nos résultats mettent en évidence que le programme d'intervention réduit significativement le niveau de douleur ressentie par les sujets. Cette diminution a été observée dès la fin de la première séance, ce qui démontre un effet immédiat de l'exercice sur la diminution des symptômes de conflit sous-acromial. Au-delà de ces évolutions subjectives, nos données montrent une amélioration de la capacité des sujets à produire des mouvements répétitifs, rapides et précis tels qu'ils sont généralement réalisés dans le secteur industriel. Les améliorations constatées dans cette étude pourraient être expliquées par une augmentation de l'espace sous acromial suite à l'exercice diminuant alors la compression des tendons de la coiffe des rotateurs et de la bourse sous-acromiale.

Les effets bénéfiques de ce programme d'intervention répondent au double enjeu de santé et de performance essentiel pour les individus comme pour l'entreprise.

Références

- Chester, R., Smith, T. O., Hooper, L., & Dixon, J. (2010). The impact of subacromial impingement syndrome on muscle activity patterns of the shoulder complex: a systematic review of electromyographic studies. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 11, 45.
- Roquelaure, Y., Ha, C., Leclerc, A., Touranchet, A., Sauteron, M., Melchior, M., ...Goldberg, M. (2006). Epidemiologic surveillance of upper-extremity musculoskeletal disorders in the working population. *Arthritis and Rheumatism*, 55(5), 765–778.

L'origine neurale des synergies musculaires : contribution des représentations temps-fréquence

Julien Frère¹

¹ Laboratoire « Développement, Adaptation, Handicap » (EA 3450), Université de Lorraine
julien.frere@univ-lorraine.fr

Introduction

Pour répondre à la redondance du système musculo-squelettique, des modules formés par des muscles activés simultanément, appelés synergies musculaires, ont été proposés comme des blocs de construction permettant de simplifier l'élaboration de comportements moteurs (d'Avella & Bizzi, 2005). Néanmoins, l'origine neurale des synergies musculaires reste une hypothèse discutée au sein de la littérature. Des résultats récents (Danna-Dos-Santos et al., 2014) ont présenté une cohérence intermusculaire significative entre des muscles synergistes lors d'une tâche de contrôle postural, corroborant ainsi l'hypothèse d'une commande neurale commune sous-jacente au contrôle de multiples muscles. De ce fait, il apparaît que la prise en compte des évolutions spectrales des signaux électromyographiques (EMG) de surface lors de l'extraction des synergies musculaires permettrait d'apporter des éléments supplémentaires quant aux mécanismes neuronaux (i.e., commande commune) sous-jacents à l'élaboration des comportements moteurs. Ainsi, l'objectif de cette étude est de déterminer l'effet de la méthode d'extraction des synergies musculaires (à partir des enveloppes EMG vs. représentations temps-fréquence) à la marche sur leurs compositions respectives.

Méthode

Cinq hommes et une femme ont volontairement participé à cette étude (âge : 29.4 ± 6.1 ans, taille : 177.5 ± 6.5 cm, poids : 74.7 ± 12.5 kg). Chaque participant devait marcher en ligne droite sur 20 m, à allure de confort et rapide. Pour chaque allure de marche, le participant effectuait 3 essais permettant une analyse finale de 30 cycles par allure. L'activité de 11 muscles du membre inférieur droit (TA : *tibialis anterior*, SOL : *soleus*, MG et LG : *gastrocnemius medialis* et *lateralis*, VM et VL : *vastus medialis* et *lateralis*, RF : *rectus femoris*, ST : *semitendinosus*, BF : *biceps femoris*, TFL : *tensor fasciae latae*, G_{max} : *gluteus maximus*) a été enregistrée par EMG de surface (2000 Hz, Delsys Trigno[®], Boston, USA). Simultanément, deux accéléromètres ont été placés sur le talon et le 3^e métatarse ipsilatéral afin de détecter la phase d'appui de chaque cycle.

Après filtrage (passe-bande 25-450 Hz Butterworth du 4^e ordre), les données EMG ont été transformées par une banque de 11 ondelettes (von Tscherner, 2000) pour obtenir la représentation temps-fréquence (RTF) de chaque signal EMG. Chaque RTF d'un cycle de marche a été normalisée sur 100 points temporels. Pour chacune des deux méthodes d'extraction des synergies musculaires, la factorisation matricielle non-négative a été utilisée (NMF) (Lee & Seung, 2001) mais seule la matrice EMG initiale différait. La NMF est un algorithme d'optimisation considérant que la matrice EMG initiale est composée de combinaisons linéaires d'un nombre restreint de sources, appelées synergies musculaires. Chaque synergie musculaire est composée d'une composante temporelle (**C** : représente l'activation commune dans le temps de plusieurs muscles) et d'une composante fixe (**W** : représente l'implication relative de chacun des muscles). **Méthode « classique »** : La matrice EMG initiale était constituée des enveloppes EMG des 11 muscles au cours des 30 cycles de marche. Le calcul de l'enveloppe EMG correspondait à la somme des intensités de chaque ondelette. **Méthode « temps-fréquence »** : La matrice EMG initiale était constituée des RTF des 11 muscles au cours des 30 cycles de marche. Chaque RTF a été réorganisée de sorte que l'intensité des 11 ondelettes était empilée au sein d'un seul vecteur. De ce fait, la composante temporelle **C** de chaque synergie représente sa RTF. La similarité des compositions des synergies musculaires (**W**) extraites à partir des deux méthodes a été quantifiée par le coefficient de corrélation de Pearson (r).

Résultats

En moyenne, les sujets ont marché à une vitesse de 4.4 ± 0.3 et 7.3 ± 0.6 km/h, respectivement pour les allures de confort et rapide. Pour chaque allure et sujet, 5 synergies musculaires ont été extraites et représentaient en moyenne 90.3 ± 0.7 et 90.8 ± 1.4 % (classique), ainsi que 72.5 ± 0.8 et 73.4 ± 1.6 % (temps-fréquence) de la variance expliquée, respectivement pour les allures de confort et rapide. La similarité des compositions des synergies musculaires entre les deux méthodes d'extraction (Figure 1), toutes synergies musculaires et allures confondues, varie en moyenne de modérée (min $r = 0.62$) à très élevée (max $r = 0.99$).

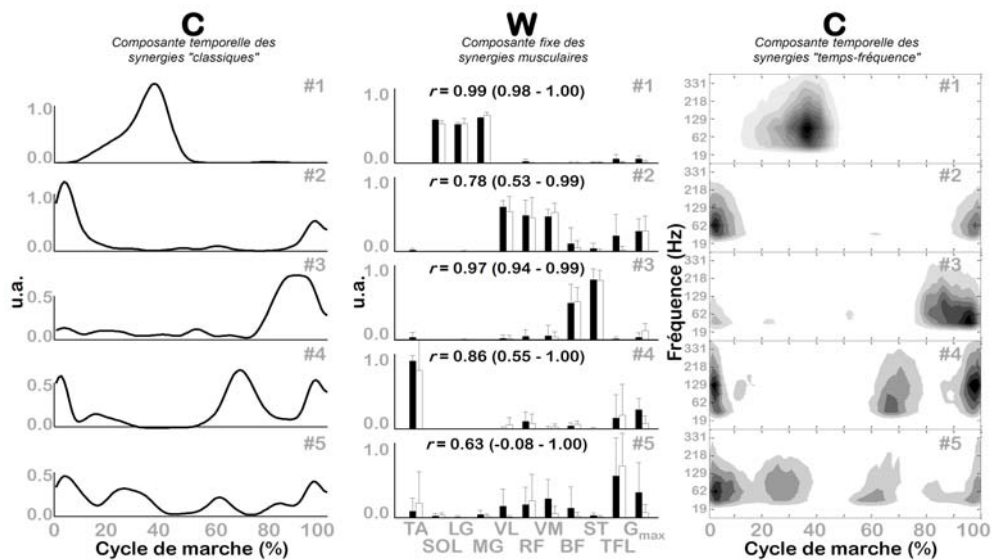


Figure 1. Moyenne des 5 synergies musculaires à la marche de confort à partir de la méthode classique (en noir) et temps-fréquence (en blanc). u.a. : unité arbitraire.

Discussion

L'objectif de cette étude était d'identifier l'effet de la prise en compte des évolutions spectrales des signaux EMG sur la composition des synergies musculaires à la marche. Ces résultats préliminaires tendent à montrer que la composition des synergies musculaires reste identique quelle que soit la méthode d'extraction et allure de marche. De ce fait, il semblerait bien que les muscles d'une même synergie partagent une source d'activation commune (temporelle et fréquentielle), corroborant les résultats de Danna-Dos-Santos et al. (2014) quant à l'existence d'une commande centrale commune comme mécanisme de contrôle de multiples muscles. Néanmoins, du fait d'une complexité augmentée de la matrice EMG initiale, la reconstruction des RTF des différents muscles est inférieure à la reconstruction des enveloppes EMG par ces synergies musculaires. De ce fait, il est possible que certaines variations spectrales ne soient pas totalement prises en compte.

Références

- d'Avella, A., & Bizzi, E. (2005). Shared and specific muscle synergies in natural motor behaviors. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 102(8), 3076-3081.
- Danna-Dos-Santos, A., Boonstra, T. W., Degani, A. M., Cardoso, V. S., Magalhaes, A. T., Mochizuki, L., & Leonard, C. T. (2014). Multi-muscle control during bipedal stance: an EMG-EMG analysis approach. *Experimental Brain Research*, 232(1), 75-87.
- Lee, D., & Seung, H. (2001). Algorithms for nonnegative matrix factorization. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 13, 556-562.
- von Tscharner, V. (2000). Intensity analysis in time-frequency space of surface myoelectric signals by wavelets of specified resolution. *J Electromyography and Kinesiology*, 10(6), 433-45.

Effet de la cryothérapie par air pulsé sur la raideur musculaire

Maxime Point¹, Gaël Guilhem², François Hug^{3,4}, Antoine Nordez³ et Lilian Lacourpaille²

¹ Université de Reims Champagne-Ardenne, Faculté des sciences du sport, Reims, France.

² Institut National du Sport, de l'Expertise et de la Performance (INSEP), Département de la Recherche, Laboratoire "Sport, Expertise et Performance" (EA 7370), Paris, France.

³ Université de Nantes, Faculté des sciences du Sport, Laboratoire "Motricité, Interactions, Performance" (EA 4334), Nantes, France.

⁴ The University of Queensland, NHMRC Centre of Clinical Research Excellence in Spinal Pain, Injury and Health, School of Health and Rehabilitation Sciences, Brisbane, Australia

maxime.point@etudiant.univ-reims.fr

Introduction

Dans le milieu sportif, l'application de froid (i.e., cryothérapie) est une technique de plus en plus répandue pour favoriser la récupération musculaire, réduire la douleur, ou encore limiter l'augmentation de la température centrale. De fait, la cryothérapie est largement utilisée afin d'optimiser les processus de récupération au cours des compétitions sportives. Toutefois, si les effets de cette pratique sur les capacités énergétiques et contractiles musculaires sont bien connus (Wilcock, et al., 2006), leur influence sur les propriétés mécaniques du muscle (i.e., raideur) n'a été que très peu décrite *in vivo*. En effet, plusieurs travaux réalisés *in vitro* indiquent qu'une relation négative existe entre la raideur et la température intramusculaire (Sapin-de Brosses, et al., 2010). En revanche, chez l'homme, seule la raideur globale musculo-tendineuse et musculo-articulaire (Muraoka et al., 2007) ont été mesurées à la suite d'un traitement visant à diminuer la température intramusculaire. Ces études rapportent une augmentation significative de la raideur du système avec la diminution de la température intramusculaire. Toutefois, faute de méthode expérimentale adaptée, la relation entre la température d'un muscle cible et sa raideur n'a jamais été décrite *in vivo*. L'objectif de cette étude est donc de déterminer l'effet de la cryothérapie par air pulsé sur la raideur (i.e., module d'élasticité) du *gastrocnemius medialis*.

Méthodes

6 sujets sains ont reçu 4 applications de 4 minutes (1 minute de repos entre les applications) de cryothérapie par air froid pulsé « Cryo 6 » (Zimmer Medizin Systems, Neu-Ulm, Germany) sur le *gastrocnemius medialis* droit. La température cutanée et la raideur musculaire ont été mesurées avant (0), après la première et la deuxième application (5 et 10 minutes), puis immédiatement, 10, 20 et 30 minutes post-traitement (respectivement 20, 30, 40 et 50 minutes ; cf : figure 1). Un échographe ultrarapide Aixplorer (version 5; Supersonic Imagine, Aix-en-Provence, France), couplé à une sonde échographique linéaire (4-15 MHz, SL15-4) a été utilisé en mode « *Supersonic Shear Imaging* » (SSI) pour mesurer le module d'élasticité (μ) du *gastrocnemius medialis* (cf. figure 1). Ce dernier peut être défini par l'équation suivante :

$$\mu = \rho V_s^2$$

où ρ est la masse volumique (environ égale à 1000 kg.m⁻³) et V_s , la vitesse de propagation de l'onde de cisaillement. Un système de fixation a été utilisé afin de maintenir la sonde sur le muscle durant l'intégralité du protocole. Le traitement des données a été réalisé par l'intermédiaire du logiciel Matlab (Matlab, The MathWorks) convertissant la carte couleur en valeurs de module d'élasticité de cisaillement. Pour chaque image, la valeur moyenne du module d'élasticité de cisaillement a été calculée sur une région d'intérêt. La température cutanée a été enregistrée *via* des pastilles thermo-cutanées (Jeulin 470), positionnées à proximité de la sonde échographique. Les données sont représentées par la moyenne \pm écart-type. Au vu de la taille de l'échantillon (étude en cours), le d de Cohen a été rapporté comme mesure de l'importance de l'effet en considérant, 0,2, 0,5 et 0,8 comme petit, moyen et large effets.

Résultats

La figure 1 décrit l'évolution de la raideur musculaire et la température cutanée au cours du protocole. Plus précisément, les résultats de cette étude montrent une augmentation immédiate du module d'élasticité ($+ 6,7 \pm 8,9\%$; $d = 0,5$) après la première application de cryothérapie ($- 15,2 \pm 2,6^\circ\text{C}$). Immédiatement après l'application de froid un effet taille moyen a été également observé sur la raideur musculaire ($+ 8,3 \pm 21,0\%$; $d = 0,45$), malgré un pic de diminution de la température cutanée ($- 19,5 \pm 2,7^\circ\text{C}$). Le suivi post-traitement indique un effet relativement transitoire de la cryothérapie sur la raideur musculaire ($d = 0,34$ et $d = 0,23$, respectivement 40 et 50 minutes).

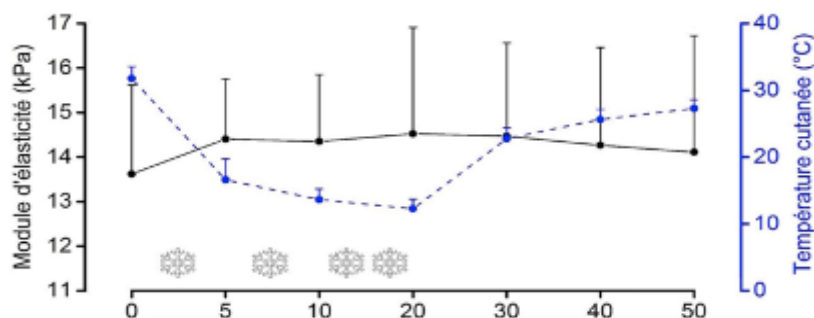


Figure 1. Évolution du module d'élasticité (kPa) et de la température cutanée ($^\circ\text{C}$) en fonction du temps. Chaque application de cryothérapie de 4 minutes est représentée par un flocon.

Discussion

Cette étude met en évidence l'augmentation de raideur musculaire subséquente à un traitement par cryothérapie par air froid pulsé. Ce résultat est en accord avec les observations faites *in vivo* (Muraoka et al., 2007) et *in vitro* (Sapin de Broses et al., 2010), confirmant l'étroite relation entre la température intramusculaire et la raideur. Il est important de noter que 4 minutes de traitement suffisent à augmenter la raideur du tissu musculaire (5 min = $+ 6,7\%$), et que cet effet semble perdurer quelques dizaines de minutes après l'arrêt de l'application de froid (50 min = $+ 6,0\%$), malgré une augmentation de la température cutanée ($27,3^\circ$). Ce résultat peut s'expliquer par la dissociation des cinétiques d'évolution de température intramusculaire et cutanée préalablement rapportée suite à un traitement par immersion corps entier (Costello et al., 2012). Une étude additionnelle visera à caractériser la relation entre la température intramusculaire et la raideur afin de fournir des préconisations quant à l'utilisation de la cryothérapie lors des compétitions sportives.

Conclusion

Cette étude met en évidence *in vivo* l'augmentation de raideur musculaire subséquente à un traitement par cryothérapie. Ces premiers résultats suggèrent que certaines préconisations doivent être fournies quant à l'utilisation de cette technique lors des compétitions sportives (temps entre l'application du froid et la reprise de l'activité, échauffement etc.).

Références

- Muraoka, T., Omuro, K., Wakahara, T., Muramatsu, T., Kanehisa, H., Fukunaga, T., & Kanosue, K. (2008). *Effects of muscle cooling on the stiffness of the human gastrocnemius muscle in vivo*. *Cells Tissues Organs*, 187(2), 152-160.
- Sapin-de Broses, E., Gennisson, J. L., Pernot, M., Fink, M., & Tanter, M. (2010). *Temperature dependence of the shear modulus of soft tissues assessed by ultrasound*. *Phys Med Biol*, 55(6), 1701-1718.
- Costello, J. T., Culligan K., Selfe J. & Donnelly A. E. (2012). *Muscle, Skin and Core Temperature after -110°C Cold Air and 8°C Water Treatment*. *PLoS ONE*, 7(11).
- Wilcock, I.M., Cronin, J.B., Hing, W.A. (2006). *Physiological response to water immersion: a method for sport recovery?* *Sports Med*. 36, 747-765.

Caractérisation de la raideur musculaire active par élastographie Effet du genre

Thomas Lapole¹, Robin Souron¹, Antoine Nordez², Adrien Farabet¹ et Florian Bordat¹

¹ Laboratoire de Physiologie de l'Exercice, Université de Lyon, 42000 Saint-Etienne, France

² Laboratoire « Motricité, Interactions, Performance » (EA 4334), UFR STAPS, Université de Nantes.

thomas.lapole@univ-st-etienne.fr

Introduction

Les propriétés mécaniques du complexe musculo-tendineux sont généralement caractérisées par la raideur de la composante élastique série. Les méthodes classiques d'investigation *in vivo* de ces propriétés élastiques ne permettent pas toujours de distinguer les comportements musculaire (fraction active) et tendineux (fraction passive). Elles ne permettent pas non plus de différencier les propriétés des différents muscles au sein d'un même groupe musculaire. Afin de surmonter ces limites, nous avons récemment validé l'utilisation de l'élastographie pour le muscle biceps brachii (Lapole, Tindel, Galy, & Nordez, 2015). L'élastographie permet la quantification de la raideur d'un tissu (i.e. son module d'élasticité) en mesurant la vitesse de propagation d'une onde de cisaillement induite. Considérant qu'il existe une forte relation linéaire entre le module d'élasticité et la force musculaire développée, il a été proposé que la pente de cette relation puisse caractériser la raideur de la fraction active de la composante élastique série (Lapole et al., 2015). L'objectif de cette étude est d'appliquer cette méthode de mesure de la raideur active musculaire au muscle tibial antérieur et de déterminer s'il existe un effet genre, comme démontré par les précédents travaux utilisant des méthodes classiques d'investigation des propriétés élastiques musculo-tendineuses (Foure, Cornu, McNair, & Nordez, 2012).

Méthode

25 femmes et 21 hommes ont participé à cette étude. Un élastographe AixPlorer a été utilisé dans son mode « musculo-squelettique » sur le muscle tibial antérieur. Cet outil permet d'induire une onde de cisaillement et de déterminer sa vitesse de propagation (V_S) le long de l'axe longitudinal de la sonde échographique par échographie à haute fréquence. Le module d'élasticité (μ) est alors calculé en utilisant V_S suivant la formule suivante :

$$\mu = \rho \times V_S^2 \text{ (avec } \rho \text{ la densité de la masse musculaire, } 1000 \text{ kg/m}^3\text{)}$$

Ce module d'élasticité a ainsi été obtenu lors de flexions dorsales isométriques (Figure 1) de 20, 30, 40, 50 et 60 % du couple de force maximal volontaire (MVC) (angle de cheville à 90°). Pour chaque niveau de force, 3 contractions ont été réalisées. Des indices de raideur active du muscle tibial antérieur (IR) ont ensuite été déterminés comme étant la pente de la régression linéaire entre module d'élasticité et i) force absolue (IR_{Force}), ii) force exprimée en pourcentage du maximum (IR_{%MVC}), et iii) activité EMG du muscle tibial antérieur (IR_{%EMG}). Les valeurs obtenues pour les femmes et les hommes ont été comparées par tests de Student sur séries non appariées.

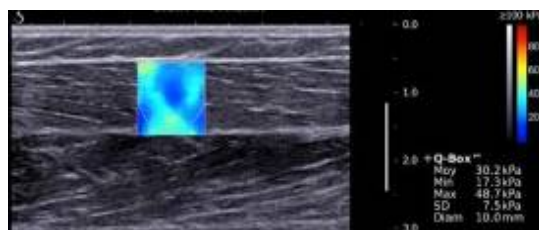


Figure 1. Illustration d'un enregistrement de module d'élasticité du tibial antérieur

Résultats

Il existe une forte relation linéaire entre module d'élasticité du muscle tibial antérieur et le couple de force développé en flexion dorsale (R^2 de $0,87 \pm 0,09$ pour femmes et hommes confondues). Alors que IR_{Force} est significativement supérieur chez les femmes par rapport aux hommes, aucun effet genre n'est reporté pour $IR_{\%MVC}$ et $IR_{\%EMG}$ (Tableau 1).

Tableau 1. Comparaison des indices de raideur active entre hommes et femmes

	Femmes	Hommes	p
IR_{Force} (kPa.N ⁻¹ m ⁻¹)	5.3 ± 1.9	3.4 ± 1.2	< 0.001
$IR_{\%MVC}$ (kPa.%MVC ⁻¹)	2.2 ± 0.6	2.1 ± 0.6	0.76
$IR_{\%EMG}$ (kPa.%EMGmax ⁻¹)	2.6 ± 0.9	2.6 ± 1.0	0.86

Discussion

Nos résultats mettent en évidence une plus grande raideur active chez les femmes que chez les hommes lorsque seule la force absolue est considérée. En revanche, aucun effet genre n'est démontré lorsque l'indice de raideur prend en compte la force exprimée en pourcentage du maximum ou l'activité EMG. Cela suggère qu'une différence de surface de section transversale entre femmes et hommes (Holmback, Porter, Downham, Andersen, & Lexell, 2003) explique la différence observée pour IR_{Force} . Ainsi, l'absence d'effet genre sur les caractéristiques élastiques intrinsèques du muscle tibial antérieur est en contradiction avec de précédents résultats obtenus pour le groupe musculaire des fléchisseurs plantaires (Foure et al., 2012). Compte tenu du plus grand pourcentage d'aire occupée par les fibres rapides par rapport aux fibres lentes chez les hommes par rapport aux femmes (Holmback et al., 2003), et considérant que les fibres rapides sont plus compliantes que les fibres lentes (Toursel, Stevens, & Mounier, 1999), une plus grande raideur active aurait pu être attendue chez les femmes. Des différences de raideur tendineuse entre hommes et femmes (Hicks, Onambele-Pearson, Winwood, & Morse, 2013) pourraient compenser cela en entraînant des modifications architecturales différentes durant la contraction.

Références

- Foure, A., Cornu, C., McNair, P. J., & Nordez, A. (2012). Gender differences in both active and passive parts of the plantar flexors series elastic component stiffness and geometrical parameters of the muscle-tendon complex. *J Orthop Res*, 30(5), 707-712. doi: 10.1002/jor.21584
- Hicks, K. M., Onambele-Pearson, G. L., Winwood, K., & Morse, C. I. (2013). Gender differences in fascicular lengthening during eccentric contractions: the role of the patella tendon stiffness. *Acta Physiol (Oxf)*, 209(3), 235-244. doi: 10.1111/apha.12159
- Holmback, A. M., Porter, M. M., Downham, D., Andersen, J. L., & Lexell, J. (2003). Structure and function of the ankle dorsiflexor muscles in young and moderately active men and women. *J Appl Physiol (1985)*, 95(6), 2416-2424. doi: 10.1152/jappphysiol.00517.2002
- Lapole, T., Tindel, J., Galy, R., & Nordez, A. (2015). Contracting biceps brachii elastic properties can be reliably characterized using supersonic shear imaging. *Eur J Appl Physiol*, 115(3), 497-505. doi: 10.1007/s00421-014-3037-0
- Toursel, T., Stevens, L., & Mounier, Y. (1999). Evolution of contractile and elastic properties of rat soleus muscle fibres under unloading conditions. *Exp Physiol*, 84(1), 93-107.

Régulations de l'excitabilité spinale associées à un déficit bilatéral de force

Julien Duclay¹ et Boris Matkowski¹

¹ Laboratoire « Programme de recherche interdisciplinaire en science du sport et du mouvement humain » (EA 4561), F2SMH, Université de Toulouse 3

Julien.duclay@univ-tlse3.fr

Introduction

Dans la littérature, différents groupes de recherche se sont intéressés à comparer la force maximale volontaire produite avec un ou deux membres et ont mis en évidence que le moment de force développé pendant une contraction maximale volontaire (CMV) bilatérale (BL), i.e. avec deux membres homologues activés simultanément, est généralement inférieure à la somme des moments de force des CMV unilatérales (UL), i.e. développés par les deux membres séparément. Ce phénomène, appelé déficit bilatéral (DBL), a été mis en évidence à de nombreuses reprises, autant sur les membres supérieurs que sur les membres inférieurs (voir Jakobi and Chilibeck (2001) pour une revue détaillée). Des mécanismes nerveux sont généralement mis en avant pour expliquer ce phénomène. Cependant, le lien entre le DBL et une diminution de l'activité électromyographique (EMG) est encore discuté dans la littérature. Certaines études rapportent des modulations similaires entre le DBL et l'EMG (Koh, Grabiner, & Clough, 1993) tandis que d'autres ne mettent pas en évidence cette co-variation (Kawakami et al, 1998; Matkowski et al, 2011). De plus, l'origine de ces adaptations nerveuses (mécanismes spinaux et/ou supra spinaux) n'a pas été clairement identifiée à l'heure actuelle. Dès lors, notre objectif est d'étudier la contribution des mécanismes nerveux lors du DBL en s'intéressant plus particulièrement aux régulations intervenant au niveau de l'excitabilité spinale.

Méthode

Six jeunes hommes, ne présentant aucun trouble neuromusculaire, ont pris part à une session de test. Les sujets, allongés sur le ventre, devaient réaliser des CMV avec les muscles fléchisseurs plantaires dans 3 conditions différentes : soit avec le pied droit (UL_D), soit avec le pied gauche (UL_G), ou soit avec les 2 pieds (BL). Le moment de force résultant était enregistré à l'aide d'un ergomètre isocinétique (BIODEX, system 4). L'activité EMG du muscle soleus a été enregistrée et quantifiée (EMG RMS). Le réflexe de Hoffman (réflexe H), le réflexe volontaire (réflexe V) et l'onde musculaire maximale (M_{max}) ont été évoqués lors de chaque condition soit unilatéralement lors des CMV UL (i.e. UL_D et UL_G), soit bilatéralement lors des CMV BL (i.e. BL_D et BL_G), permettant par la suite le calcul des rapports suivants : H/M_{max}, V/M_{max}, RMS/M_{max}. Le DBL a été calculé de la façon suivante (Matkowski et al., 2011) :

$$DBL = \left(\frac{CMV_{BL}}{CMV_{UL_G} + CMV_{UL_D}} \times 100 \right) - 100$$

Un test t de Student a permis de comparer la somme des CMV UL avec la CMV BL. Après vérification de la normalité des données, différentes ANOVAs à deux facteurs [(condition UL x BL) (côté Gauche x Droite)] avec mesures répétées ont permis de comparer les rapports H/M_{max}, V/M_{max} et RMS/M_{max}. Lorsque le seuil de significativité est atteint (P<0.05) une analyse post Hoc HSD de Tukey a été réalisée. Par ailleurs, le coefficient de corrélation de Pearson a permis d'analyser les relations linéaires entre les différentes variables dépendantes.

Résultats

Les résultats préliminaires montrent un DBL (DBL<0) significatif (P<0.05) de -19,39 ± 1,96 %. Aucun effet significatif (P>0.05) de conditions et de côté n'a été observé en ce qui concerne les rapports V/M_{max} et RMS/M_{max} pour le muscle soleus. Le rapport H/M_{max} est similaire (P>0.05) entre le côté droit et le côté gauche indépendamment de la condition. Toutefois ce rapport augmente significativement (P<0.05) entre la condition UL et BL. Le taux de variation de ce rapport entre les

conditions UL et BL ($\Delta H/M_{\max}$) est significativement corrélé avec le DBL ($R=0.86$, $P<0.05$) (Figure 1).

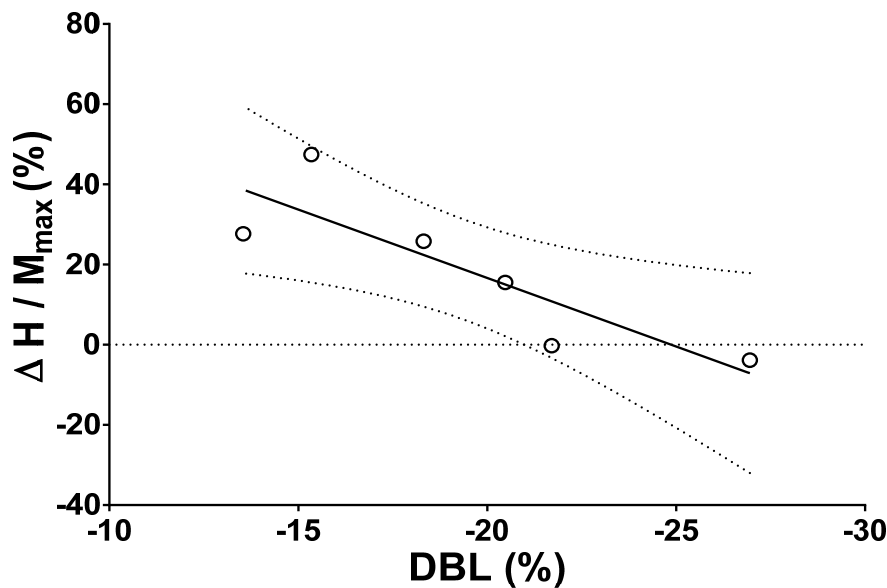


Figure 1. Relation entre le déficit bilatéral de force (DBL) et le taux de variation du rapport H/M_{\max} entre les conditions uni et bilatérales ($\Delta H/M_{\max}$). ($n=6$; $R=0,86$; $P<0.05$)

Discussion

Il est à noter que les résultats présentés sont basés sur un nombre restreint de sujets pouvant limiter l'interprétation statistique de certains paramètres. Les premiers résultats de cette étude confirment la présence d'un DBL pour les muscles fléchisseurs plantaires (Kawakami et al., 1998). Ce DBL n'est pas associé à une variation significative des marqueurs de l'activation volontaire (V/M_{\max} et RMS/M_{\max}) pour le muscle soleus suggérant que l'ampleur de la commande descendante arrivant sur le pool de motoneurones n'est pas modifiée entre les conditions UL et BL. Ces résultats sont en accord avec des observations antérieures (Kawakami et al., 1998; Matkowski et al., 2011; Schantz et al., 1989) et suggèrent que le DBL n'est pas dû à un déficit d'activation des muscles agonistes. En revanche, l'excitabilité spinale, étudiée à travers les variations du rapport H/M_{\max} , augmente lorsque l'on passe d'une CMV UL à BL. De plus, la corrélation négative entre le DBL et la variation du rapport de l'indice d'excitabilité spinale lorsque l'on passe des conditions UL à BL suggère que l'augmentation de l'efficacité de transmission synaptique entre l'afférence Ia et le motoneurone α permet de limiter le DBL.

Références

- Jakobi, J. M., & Chilibeck, P. D. (2001). Bilateral and unilateral contractions: possible differences in maximal voluntary force. *Can J Appl Physiol*, 26(1), 12-33.
- Kawakami, Y., Sale, D. G., MacDougall, J. D., & Moroz, J. S. (1998). Bilateral deficit in plantar flexion: relation to knee joint position, muscle activation, and reflex excitability. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 77(3), 212-216.
- Koh, T. J., Grabiner, M. D., & Clough, C. A. (1993). Bilateral deficit is larger for step than for ramp isometric contractions. *J Appl Physiol* (1985), 74(3), 1200-1205.
- Matkowski, B., Martin, A., & Lepers, R. (2011). Comparison of maximal unilateral versus bilateral voluntary contraction force. *Eur J Appl Physiol*, 111(8), 1571-1578.
- Schantz, P. G., Moritani, T., Karlson, E., Johansson, E., & Lundh, A. (1989). Maximal voluntary force of bilateral and unilateral leg extension. *Acta Physiol Scand*, 136(2), 185-192.

Session Orale N°35

***Activités, apprentissages et conduites motrices des
élèves***

(Modérateur : Jean Trohel)

La visibilité des apprentissages en éducation physique et sportive

Serge Le Bihan

Laboratoire Cultures, Education, Sociétés (EA 4140), Université de Bordeaux
Serge.le.bihan@gmail.com

Introduction

La visibilité de l'activité d'apprentissage est une caractéristique de l'environnement des séances d'éducation physique et sportive. Voir et être vu par ses pairs entraîne de nombreuses interactions possibles entre les élèves et peut contribuer à des influences mutuelles lors des moments d'apprentissage. Des phénomènes transactionnels (Bruner, 2008), issus des interactions entre les élèves, instituent une marge dans la transmission culturelle des savoirs conçue par l'enseignant.

Problématique et hypothèses

Cette observabilité de l'activité d'apprentissages des autres peut entraîner une expérience vicariante (Bandura, 2003) des élèves pendant les séances d'EPS. Bruner (2008, p. 204) souligne la capacité de symbolisation qui consiste à pouvoir « [...] nous représenter le monde dans notre esprit (bourré de significations) [...] ». Il complète avec la notion de transaction définie comme « [...] une sensibilité à la manière dont le monde est représenté dans l'esprit d'autrui. » (*Ibid*, p. 204). Cette interaction singulière pourrait intervenir dans les processus de co-régulations des apprentissages des élèves (Allal, 2007) et représenter une « transmission cachée ».

Nous supposons deux fonctions de l'observation des élèves pendant les séances d'EPS :

- a) Une fonction instrumentale, d'acquisition des apprentissages moteurs

Lorsque l'enseignant présente une tâche, les élèves se représentent d'abord celle-ci en prenant conscience du but à réaliser. Dans un deuxième temps, ils s'engagent dans des réalisations tout en étant confrontés aux activités des autres élèves. Le « donné » de l'enseignant à travers la structure de la tâche est complété par le « créé » des pairs. Nous supposons que des influences existent entre les élèves autour d'une réinterprétation de la tâche. Selon cette hypothèse, différentes sources interagiraient : les représentations des résultats des autres, leur plus ou moins grande réussite ou échec associés aux procédures des actions motrices produites comparées aux représentations élaborées par chaque élève en relation avec ses propres résultats.

- b) Une fonction motivationnelle

L'expérience vicariante (Bandura, 2003) influence l'expérience directe de l'élève lorsqu'il compare ses propres réussites ou échecs avec celles des autres. Dans une communauté d'apprenants (Wenger, 2008 ; Mottiez-Lopez, 2007), la comparaison fait partie de l'activité des élèves et a une influence sur leur engagement dans les apprentissages. La visibilité mutuelle pourrait influencer les dimensions socio-émotionnelles et affectives des apprentissages à travers le jugement des autres.

La question qui traverse ce travail est celle de la subjectivité et de l'intersubjectivité (Bruner, 2008) des apprentissages des élèves dans un contexte de visibilité mutuelle.

Méthodologie

Nous nous sommes inscrits dans la continuité de la perspective méthodologique proposée par la pédagogie populaire développée par Bruner (2008, p. 69) : « [...] décrire ce que *fait* l'enfant ; [...] déterminer ce qu'il *pense* être en train de faire et pour quelles raisons il le fait. ». Nos recueils ont été réalisés à deux niveaux : (i) enregistrements vidéos à un niveau macroscopique/mésoscopique de la classe en activité pour observer d'éventuels phénomènes de co-action et d'imitation ; (ii) enregistrements vidéos à un niveau « microscopique » de quelques élèves (le plus souvent deux par séance) suivi d'un entretien inspiré de la méthodologie de l'autoconfrontation (« Que fais-tu ? », « Pourquoi tu fais cela ? », « Que regardes-tu ? »...). Nous avons choisi de réaliser une étude transversale avec des élèves de classes maternelles, de cours moyen 2^{ème} année et des collégiens (5^{ème}, 4^{ème}) pour deux types de pratiques corporelles : jeu et sport collectifs (hand-ball), activités de sauts à dominante athlétique.

Résultats et discussion

Les résultats montrent que les cinq enseignants ont recours à des présentations qui incluent des explications verbales et des médias visuels sous la forme de démonstration ou à l'aide de schémas. Ces procédés d'enseignement donnent lieu à des simulations de certains élèves comme pour « incorporer » les consignes. Ce constat est plus marqué pour les activités de sauts qui impliquent de construire des représentations à dominante enactive (Bruner, 2008), proprioceptive. Les commentaires des élèves montrent que certains d'entre eux peuvent avoir des stratégies très différentes pour élaborer cette interprétation personnelle ; alors que d'autres n'en ont aucune et n'effectuent aucune programmation des actions motrices à réaliser ; d'autres enfin se réfèrent aux réalisations de leurs camarades. L'observation des pairs exerce une prégnance compte-tenu de cette exposition mutuelle. Ce premier constat est récurrent pour les deux activités enseignées. Un deuxième résultat montre que les représentations des élèves sont composites mélangeant ; (i) les « prescriptions » symboliques (verbales) de l'enseignant en retenant le but, un critère de réussite ou un élément de la réalisation ; (ii) une dimension iconique y est souvent associée même pour les activités de sauts ; (iii) les représentations enactives, proprioceptives sont plus complexes à verbaliser. Ces dernières sont rarement évoquées par les élèves des classes maternelles et peu présentes dans les commentaires des élèves de CM2 et de 4^{ème} pour le sport collectif. En revanche, pour les activités de sauts, les élèves plus âgés, (CM2 et 5^{ème}) tentent de prendre conscience de ces représentations malgré des difficultés. Concernant, le jeu et le sport collectifs, pour les trois classes, l'observation des élèves est absorbée par le décodage des actions des partenaires et des adversaires. La référence à certaines configurations de jeu montre qu'un « savoir partagé » (démarquage en CM2, 4^{ème} ; espace libre en maternelle) se construit au fil de la séquence. Les commentaires mettent en évidence des représentations à dominante iconique ou à dominante symbolique en fonction des élèves. Pour les deux classes de maternelle, les élèves construisent aussi un référentiel commun subversif : interprétations du but proposé par l'enseignant (sauter loin devenant un « sauter plonger » ; une feinte transformée en jeu de « faire semblant »). Enfin, troisième résultat, cette visibilité mutuelle de l'activité d'apprentissages des élèves a des résonances émotionnelles avec des phénomènes de comparaison.

Conclusion

L'étude révèle que la visibilité de l'activité des élèves pendant les séances d'EPS institue une co-régulation (Allal, 2007) singulière de leurs apprentissages. Il en résulte que la biographie des apprentissages des élèves est à la fois collective et individuelle. Pourtant, tout de l'activité ne se voit pas et/ou ne se montre pas. La visibilité de chaque élève par les autres entraîne un effet de présentation de soi dans l'espace d'apprentissage. Ce contexte de visibilité forcée induit une intersubjectivité (Bruner, 2008) pour établir un *référentiel commun* (Wenger, 2008). Il met aussi à jour la subjectivité de chaque élève engagé dans cette *communauté de pratique* avec pour chacun un référentiel caché auquel les processus d'observation contribuent de façon significative.

Références

- Allal, L. (2007). Régulations des apprentissages : orientations conceptuelles pour la recherche et la pratique en éducation. In L. Allal & L. Mottier-Lopez (dir.), *Régulations des apprentissages en situation scolaire et en formation* (pp 7-23). Bruxelles : De Boeck.
- Bandura, A. (2003). *L'auto-efficacité*. Bruxelles : De Boeck.
- Bruner, J. (2008). *L'éducation, entrée dans la culture. Les problèmes de l'école à la lumière de la psychologie culturelle*. Paris : Retz.
- Mottier Lopez, L. (2007). Constitution interactive de la microculture de la classe : pour quels effets de régulation sur les plans individuel et communautaire ? In L. Allal & L. Mottier Lopez (dir.), *Régulations des apprentissages en situation scolaire et en formation* (pp 149-169). Bruxelles : De Boeck.
- Wenger, E. (2008). *Communities of Practices. Learning, Meaning, and Identity*. Cambridge : Cambridge University Press.

La construction de connaissances au cours d'expériences émotionnelles : une étude de cas en Éducation Physique

Nicolas Terré¹, Jacques Saury¹ et Carole Sève¹

¹ Laboratoire « Motricité, Interactions, Performance » (EA 4334), Université de Nantes
nicolas.terre@orange.fr

Introduction

Les émotions éprouvées par les élèves sont des éléments essentiels à prendre en compte pour comprendre et favoriser les apprentissages scolaires. S'il n'existe pas encore de véritable théorie unifiée des émotions (Sander & Scherer, 2009), leur caractère adaptatif fait l'objet d'un consensus. Au cours d'épisodes émotionnels, les processus cognitifs et affectifs fonctionneraient à l'unisson. Des recherches expérimentales se sont attachées à caractériser ces relations. Elles révèlent que les émotions filtrent les perceptions, délimitent des décisions, facilitent la mémorisation, et favorisent la créativité. Tous ces phénomènes apportent des repères intéressants pour revisiter les réussites et les échecs des élèves. Toutefois, la transposition de ces résultats au terrain de l'éducation soulève des limites liées à deux postulats : (a) le postulat selon lequel il serait possible de détacher le flux émotionnel des autres composantes de l'expérience des élèves, et donc de développer par exemple une forme d'intelligence émotionnelle à côté d'autres formes d'intelligence ; (b) le postulat selon lequel il serait possible d'étudier l'impact des émotions sur l'apprentissage sans avoir à mettre en intrigue la compréhension des processus d'apprentissage. Une autre approche consiste à analyser les émotions des acteurs en contexte écologique et selon un point de vue phénoménologique (Cahour & Lancry, 2011). Dans cette perspective, les résultats d'études menées auprès de professionnels (Cahour & Lancry, 2011), sportifs (Sève, Ria, Poizat, Saury, & Durand, 2007) et élèves (Terré, Saury, & Sève, 2013) accréditent l'hypothèse selon laquelle les émotions (a) sont indissociables du sens que revêt la situation pour l'acteur, et (b) entretiennent des relations de co-définition avec les cognitions. Dans la continuité de ces travaux, nous proposons une description du couplage émotions-connaissances à partir de l'analyse de l'expérience de deux élèves pendant des leçons d'Éducation Physique et Sportive (EPS). Les microgenèses (i.e., les transformations dans le temps de l'activité étudiée à un grain fin d'analyse, révélant sa dynamique locale d'engendrement) de deux épisodes émotionnels particuliers sont analysées, comparées et discutées dans la perspective d'aider les enseignants à anticiper et intervenir sur l'activité des élèves.

Méthode

Cette étude prend appui sur un corpus de données empiriques recueillies auprès d'élèves de seconde au cours d'un cycle d'EPS de huit leçons dont la pratique support était l'escalade. Menée dans le programme du Cours d'action (Theureau, 2006), cette recherche a consisté en la reconstruction des cours d'expérience des élèves à partir de traces audio-visuelles des comportements (caméra en plan large) et communications (clés USB-dictaphone portées en collier) *in situ*, et de verbalisations obtenues lors d'entretiens d'autoconfrontation. Pour étudier les relations entre les émotions et les connaissances, nous avons retenu deux épisodes émotionnels qui ont été repérés dans le cours d'expérience de deux élèves. Le premier concerne la peur éprouvée par Anaïs au cours de la première tâche proposée par l'enseignant au début du cycle. Le second concerne la joie éprouvée par Alexandre à l'issue de sa première ascension sur une voie cotée lors de la première leçon. Ces deux épisodes sont décrits en reconstruisant pas-à-pas l'histoire dans laquelle ils s'insèrent. La documentation des histoires s'est faite selon les modalités suivantes : (a) l'identification de l'objet des histoires (les intérêts pratiques de l'élève au moment où il a éprouvé une émotion), (b) l'identification de l'ouverture de l'histoire (le moment où l'élève a commencé à poursuivre ces intérêts pratiques) et de sa fermeture (le moment où l'élève a satisfait ses intérêts pratiques ou a poursuivi d'autres intérêts pratiques), et (c) la documentation des unités de cours d'expérience et l'analyse de leur engendrement au cours de ces histoires.

Résultats

Le premier épisode concernait la peur ressentie par Anaïs lors des deux premières leçons du cycle.

Cette élève était préoccupée par le respect des consignes de l'enseignant et, donc, par la réussite de la première tâche qui consistait à grimper avec un foulard sur les yeux. En ressentant une sensation désagréable, elle interrompit son ascension. Elle relia sa peur à une situation globale liée au fait de grimper en escalade. Questionnée par l'enseignant, Anaïs a ensuite mis en relation son sentiment de peur avec le fait de grimper avec un foulard sur les yeux. Malgré l'absence de foulard, son sentiment de peur persista lors de la deuxième ascension et tout au long de la deuxième leçon. Étant préoccupée par ce sentiment qui l'empêchait de réussir les tâches, Anaïs a relié sa peur avec l'inattention perçue chez ses assureurs. Cette interprétation l'a conduite à demander à l'enseignant de changer de groupe. Sa sensation de peur s'est ensuite estompée et ses préoccupations ont changé. Le second épisode concerne la joie ressentie par Alexandre lors de la première leçon. Novice en escalade, mais habituellement à l'aise en EPS, cet élève cherchait à se rassurer en réalisant une voie cotée pour ensuite tenter des voies plus difficiles. Après avoir atteint le sommet d'une première voie, il poussa un cri de joie. En redescendant, il s'adressa à un camarade et relia son sentiment au fait d'avoir réussi, comme lui, à grimper rapidement. Il s'adressa à un autre camarade en pointant l'intérêt d'avoir pu analyser la voie quand ce dernier avait grimpé. Enfin, il raconta à l'enseignant qu'il était fier d'avoir réussi son ascension en respectant la voie rouge et en grimpant rapidement. Par la suite, Alexandre chercha à revivre cette émotion en saisissant diverses opportunités pour s'engager dans la réussite de nouvelles voies cotées. Son engagement s'accompagnait d'une disposition à reproduire les actions qu'il avait associées à ce sentiment de joie.

Discussion

L'analyse de ces deux épisodes révèle que les vécus émotionnels constituent des embryons de connaissances et sont à la base d'engagements typiques susceptibles d'évoluer en fonction des interprétations des élèves. Les élèves ont construit de nouvelles connaissances (e.g., la vitesse comme norme de réussite) en enquêtant sur les éléments de la situation qui pouvaient être à l'origine de l'émotion ressentie. Ces interprétations pouvaient s'insérer dans des communications au cours desquelles ils cherchaient à partager leurs émotions en pointant ce qui, de leur point de vue comme de celui à qui était adressé le récit, était significatif dans leur expérience. Les élèves avaient ensuite tendance à saisir diverses opportunités dans l'environnement pour revivre ou éviter des émotions en reproduisant ou non des actions auxquelles ils les avaient associées. Ces résultats accréditent l'hypothèse selon laquelle les émotions jouent un rôle pro-actif (Terré *et al.*, 2013) et constituent des nœuds dans les réseaux de connaissances. Enfin, l'exemple d'Anaïs montre que les émotions des élèves peuvent évoluer quand l'enseignant encourage ces derniers à délimiter plus spécifiquement des catégories de situations dans lesquelles elles sont ressenties. Ainsi, plutôt que de chercher à intervenir directement sur la peur de ces élèves, l'enseignant peut leur offrir l'opportunité de mieux délimiter leur « zone de peur » et lutter ainsi contre une « peur généralisée » sur laquelle se focalise l'engagement.

Références

- Cahour B. & Lancry A. (2011). Émotions et activités professionnelles et quotidiennes. *Le Travail Humain*, 74(2), 97-106.
- Sander, D., & Scherer, K. (2009). La psychologie des émotions : survol des théories et débats essentiels. In D. Sander & K. Scherer (Eds.), *Traité de psychologie des émotions* (pp. 3-39). Paris : Dunod.
- Sève, C., Ria, L., Poizat, G., Saury, J., & Durand, M. (2007). Performance-induced emotions experienced during high-stakes table tennis matches. *Psychology of Sport and Exercise*, 8, 25-46.
- Terré, N., Saury, J. & Sève, C. (2013). Émotions et transformation des connaissances en éducation physique : une étude de cas en kayak de mer. *eJRIEPS*, 29, 27-58.
- Theureau, J. (2006). *Le cours d'action : Méthode développée*. Toulouse : Octarès.

Influence des interventions de l'enseignant sur la construction et le partage de connaissances entre élèves au sein d'un groupe coopératif lors d'un cycle d'arts du cirque

Agathe Evin, Benoit Huet et Jacques Saury

Laboratoire « Motricité, Interactions, Performance » (EA 4334), Université de Nantes

Agathe.evin@univ-nantes.fr

Introduction

Diverses études menées dans une perspective « située » se sont intéressées aux phénomènes liés aux interactions sociales en situation naturelle de classe (Saury, Adé, Gal-Petifaux, Huet, Sève & Trohel, 2013). Une partie d'entre elles se sont focalisées sur les interactions locales au sein de dyades ou de petits groupes d'élèves. Celles-ci ont notamment mis en évidence le rôle des interactions spontanées dans la coopération et la construction de connaissances chez les élèves en EPS, de façon relativement indépendante des interventions de l'enseignant (De Keukelaere, Guérin & Saury, 2008). Une autre partie de ces études a décrit la dynamique des interactions enseignants-élèves en classe, en montrant comment elles généraient des configurations d'activités collectives viables et favorables au travail scolaire (Vors & Gal-Petitfaux, 2008). Cependant, ces dernières ont abordé ces interactions au niveau de la dynamique collective globale de la classe, sans analyser le rôle des interventions de l'enseignant dans l'activité coopérative des élèves à l'échelon plus local de groupes de travail. Dans une étude précédente, nous avons étudié la façon dont les interventions de l'enseignant perçues par les élèves influençaient la coopération entre eux au sein de dyades dans un cycle d'EPS. Cette étude a montré que ces interventions pouvaient, selon le cas, engendrer des effets favorables à la coopération (e.g., renforcement de la confiance mutuelle entre les élèves), ou des effets défavorables à la coopération (e.g., invalidation de l'activité du partenaire) (Evin, Sève & Saury, 2013). Dans le prolongement de cette dernière, la présente étude visait à analyser le rôle des interventions de l'enseignant dans la construction et le partage de connaissances entre élèves d'un même groupe coopératif au cours d'un cycle d'arts du cirque. Il s'agissait plus précisément d'identifier : (a) les modalités d'interventions significatives pour les élèves influençant la construction et le partage de connaissances, et (b) les effets des interventions sur la « diffusion » des connaissances au sein du groupe. L'enjeu de cette étude était de favoriser la compréhension de la manière dont un enseignant contribue à faire « circuler » des connaissances entre les élèves en vue de favoriser les apprentissages. Cette étude a été menée en référence au cadre théorique et méthodologique du « cours d'action » (Theureau, 2006).

Méthode

L'étude a été conduite avec une classe de 6^{ème} dans un cycle d'arts du cirque de sept séances. Trois collégiens ont participé à cette étude. Ils devaient construire ensemble un mini-spectacle présenté à la classe durant la dernière séance. Ce mini-spectacle devait respecter des exigences de composition définies au niveau individuel et collectif. Chaque élève devait réaliser dix actions différentes, dont trois jonglages et trois mouvements avec un autre engin, deux échanges, et deux pyramides. Par ailleurs chaque groupe devait utiliser l'espace de manière optimale, et être original pour surprendre les spectateurs. Plusieurs conditions de création chorégraphique s'ajoutaient à ces exigences : la possibilité d'utiliser un support musical et des costumes, avoir un thème ou une histoire à raconter, (c) produire un enchaînement d'une durée maximale de 2'30, et (d) respecter les limites de l'espace scénique. Les élèves travaillaient en groupes affinitaires durant tout le cycle. Les comportements et communications des élèves ont été enregistrés et filmés grâce à des micros-HF et des caméras numériques. Des verbalisations rétrospectives des élèves ont été recueillies au cours d'entretiens d'autoconfrontation individuels, à l'issue de chaque séance. L'analyse des données a été réalisée en deux étapes. La première étape a consisté, sur la base de l'analyse du contenu du cours d'expérience des élèves, à identifier et caractériser les modalités d'intervention de l'enseignant qui étaient significatives pour les élèves dans la construction de connaissances. La deuxième a consisté à

caractériser les effets des interventions de l'enseignant sur le partage de connaissances entre élèves, sur la base d'une analyse compréhensive de l'articulation des cours d'expérience.

Résultats et discussion

Les résultats présentent (a) les modalités d'intervention de l'enseignant qui étaient significatives pour les élèves dans la construction de connaissances, et (b) les effets de ces interventions sur la dynamique de construction et de partage de connaissances entre les élèves du groupe.

(a) Deux modalités d'intervention de l'enseignant, significatives pour les élèves, ont influencé la construction et le partage de connaissances entre les élèves d'un groupe de travail. La première concernait des « interventions directes », par lesquelles l'enseignant s'adressait soit à l'ensemble de la classe (e.g., consignes, rappel à l'ordre, explications, guidage, démonstration), soit au groupe d'élèves participant à cette étude. Dans ce dernier cas, il intervenait soit suite à une demande d'un élève (e.g., choix des engins, d'un thème pour l'enchaînement), soit sans demande préalable d'un ou plusieurs élèves du groupe (e.g., réaliser l'enchaînement dans l'espace scénique). La deuxième modalité concernait des « interventions indirectes », par lesquelles l'enseignant s'adressait à un autre groupe d'élèves et /ou un autre élève de la classe. Malgré le fait que ces interventions n'étaient pas adressées directement à leur groupe, elles étaient significatives pour eux et participaient à la construction et au partage de connaissances au sein de leur propre groupe. Selon les cas, les « interventions indirectes » pouvaient être significatives pour un, deux et/ou trois des élèves du groupe de manière simultanée ou différée.

(b) Les résultats de cette étude ont mis en évidence des formes variables de partage des connaissances au sein du groupe, à la suite d'interventions de l'enseignant. Par exemple les connaissances construites suite à une intervention de l'enseignant, pouvaient être soit partagées par les trois élèves du groupe, soit par deux élèves seulement. Les interventions de l'enseignant avaient deux sortes d'effets sur la distribution de ces connaissances au sein du groupe. Le premier est un effet « catalyseur » de la coopération, les interventions de l'enseignant « réactivant » de manière ponctuelle ou régulière la mobilisation de connaissances non mobilisées par les élèves (e.g., choix d'un thème pour la construction d'un enchaînement). Le deuxième est un effet « régulateur » de la coopération, les interventions de l'enseignant favorisant la construction et le partage de nouvelles connaissances, ou la validation/invalidation conjointe de connaissances partagées.

Ces résultats ouvrent des pistes de réflexion sur l'intérêt de former les enseignants plus spécifiquement à une « intervention indirecte » face à un groupe classe ou à des petits groupes d'élèves. Ceci permettrait de concevoir des dispositifs de formation favorisant la coopération entre élèves en encourageant la diffusion et le partage de connaissances entre les élèves d'un même groupe de travail. Par ailleurs, ces résultats invitent à reconsidérer la mise en place de dispositifs d'apprentissage coopératif pour garantir la construction d'un référentiel partagé de connaissances entre les différents groupes d'élèves au sein de la classe.

Références

- De Keukelaere, C., Guérin, J., & Saury, J. (2008). Co-construction de connaissances chez les élèves en EPS au cours d'une situation d'apprentissage en volley-ball. *STAPS*, 79(1), 23-38.
- Evin, A., Sève, C., & Saury, J. (2013). Activité de l'enseignant et dynamique coopérative au sein de dyades d'élèves. Une étude de cas dans des tâches d'escalade en Éducation Physique. *Recherches en Éducation*, 15, 109-119.
- Saury, J., Adé, D., Gal-Petitfaux, N., Huet, B., Sève, C., & Trohel, J. (2013). *Actions, significations et apprentissages en EPS. Une approche centrée sur les cours d'expérience des élèves et des enseignants*. Paris : Editions Revue EP&S.
- Theureau, J. (2006). *Le cours d'action : Méthode développée*. Toulouse : Octarès.
- Vors, O & Gal-Petitfaux, N (2008). Mettre une classe au travail en Réseau Ambition Réussite : des formes typiques d'interaction enseignant-élèves lors de leçon d'EPS. *Travail et Formation en Education*, 2, 1-13.

Elaboration d'un cadre d'analyse des conduites motrices des élèves en EPS

Caroline Ganière¹ et Marc Cizeron¹

¹ Laboratoire « Activité, Connaissance, Transmission, Education » (EA 4281), UFR STAPS, Université Blaise Pascal, Clermont Ferrand
caroline.ganiere@gmail.com

Problématique

L'objet de l'étude est d'élaborer des catégories d'analyse de la motricité permettant aux enseignants d'EPS d'avoir une intelligibilité des conduites motrices de leurs élèves, ceci en vue de déterminer le plus rationnellement possible les transformations qu'ils ont à opérer pour apprendre. L'appui sur des études antérieures ayant permis de caractériser la connaissance mobilisée à cette fin par les intervenants experts en sport et en EPS (Rolland, 2011), le cadre d'analyse portera sur des catégories qui concernent à la fois a) les formes de corps et de mouvements corporels des élèves ; et b) les aspects intentionnels de leur activité.

Cadre théorique et méthodologique

Pour articuler les aspects morphologiques et intentionnels, l'étude a convoqué le cadre de la Gestalt-théorie. Son ancrage phénoménologique amène à considérer les conduites motrices comme des totalités dynamiques et signifiantes pour ceux qui les produisent (Rosenthal et Visetti, 1999), et permet d'insister sur la dimension signifiante de tout comportement humain. Les conduites motrices seront dès lors entendues comme des *formes* à la fois au sens faible (configuration spatio-temporelle du mouvement corporel) et au sens fort de *structure*. Deux types de données ont été recueillies : a) des données d'observation relatives aux formes de corps et de mouvements corporels ; b) des données relatives à la dimension intentionnelle de l'activité des sujets engagés dans la tâche motrice en conduisant des entretiens avec rétroaction vidéo dans l'esprit de l'explicitation (Cahour, 2006). Le traitement des données a consisté à interpréter les formes en termes intentionnels et à mettre en relation ces interprétations obtenues en troisième personne avec le point de vue du sujet (données en deuxième personne).

Résultats

Les résultats relatifs aux deux études (en danse et en gymnastique) ont vu émerger des catégories conçues comme des catégories fonctionnelles de l'organisation motrice du sujet dans une tâche donnée. Ces catégories se déclinent en différents niveaux d'intégration, dont les plus élevés sont de nature intentionnelle. Dans le cadre de ce résumé, seuls les résultats obtenus pour la catégorie de *présence intentionnelle de l'action motrice* seront présentés, en contrastant les données empiriques obtenues avec un pratiquant débutant et un pratiquant expert. La catégorie de *présence intentionnelle* de l'action motrice recouvre des aspects indissociablement perceptifs et existentiels de l'expérience corporelle. Les résultats montrent que les participants les plus débutants vivent des moments où leur conscience d'être les agents de leur action s'altère, ou même s'efface. Ils ont ainsi le sentiment que leur corps agit « malgré eux » (« *je contrôle plus mon corps* ») et emploient la voix passive pour décrire leur action (« *ça m'a déclenchée* », « *ça pousse* ») ou attribuent des propriétés agentives à certaines parties de leur corps (« *j'ai une main qui a envie de partir plus vite que l'autre* »). Ces moments d'absence ou parenthèse intentionnelle sont également de nature perceptive (« *flou total* », « *je vois plus rien* », « *je sens plus rien* »). Les résultats montrent également que l'action est vécue par les participants les plus débutants comme une *juxtaposition* de différentes *modalités intentionnelles*. En danse, les modalités intentionnelles « se déplacer » et « faire de jolis mouvements » se succèdent par exemple sur l'ensemble d'un moment chorégraphique, alors que pour les danseurs experts, l'action est vécue sous une seule et unique modalité intentionnelle : « être dans un état » (« *je cherche pas l'esthétique dans les formes (...) Je danse ce que je ressens, je cherche le bien être, c'est plus que je veux montrer un état* »). Il y a donc de ce point de vue une unité intentionnelle de l'action, l'action est *intégrée* (Simondon, 1958). Les comptes rendus des participants présentant les conduites les plus élaborées en danse ont révélé la recherche d'une

cohérence dans leur action : « *quand je m'arrête dans la création c'est que j'ai pas bien senti un enchainement, le chemin qui m'amenait au mouvement suivant que c'était pas cohérent dans la liaison* ». Cet extrait met en lumière la recherche d'une unité de l'action et souligne une continuité intentionnelle entre les mouvements de l'enchainement (ce qui est fait à un moment doit être cohérent avec ce qui suit). Ceci se retrouve en gymnastique avec l'idée de *causalité séquentielle* renvoyant au fait que les aspects de l'expérience qui sont vécus comme saillants par les participants experts, sont ceux qui impactent sur ce qui suit, et qui, de façon globale jouent un rôle central dans la réussite de leur action (« *au moment où je repousse je le sens si le salto il va pouvoir être bien* »). L'emploi de différents types de métaphores dans les comptes rendus subjectifs informe également sur la *présence intentionnelle* de l'action en danse. Alors que les participants les plus débutants emploient des métaphores *imagées* (« *être tirée dans une certaine direction par une partie du corps* », « *traduire le bruit des vagues, des roulements* ») et *idéelles* (agrandir les mouvements, s'étirer, s'allonger, *par exemple* « *je cherche à m'étaler au sol* ») pour caractériser leur action, celle-ci apparaît sous la forme de métaphores *ontologiques* (« *j'ai envie de tracer avec mon corps, c'est comme si mon corps c'était un pinceau qui s'arrête jamais de dessiner dans l'espace ; « je suis comme une gamine émerveillée qui regarde les oiseaux en l'air* »), c'est-à-dire comme le fait d'« être comme » (une gamine, un pinceau, etc.) chez les experts. Le débutant, en tant qu'« être qui fait comme... » n'expose pas son être en dansant, c'est-à-dire un état, un sentiment, mais exécute davantage des *gestes* qui sont censés représenter quelque chose. Enfin, la présence intentionnelle du sol est apparue similaire entre les participants en gymnastique et en danse. Pour les débutants, le sol est vécu comme quelque chose qui contrarie et gêne l'action, alors que pour les experts il existe davantage comme partenaire de l'action avec lequel le sujet peut « jouer ».

Conclusion

L'élaboration scientifique d'un cadre théorique destiné à l'usage des praticiens de l'intervention doit certes se prémunir d'une certaine illusion rationaliste, qui laisserait penser que la pratique consiste à appliquer en situation des connaissances théoriques. Néanmoins, si la pratique experte se construit dans et par l'expérience, elle ne peut s'y absorber entièrement et s'élabore en lien étroit avec un certain nombre de repères théoriques (Bessy et Chateauraynaud, 1995) dont il est de la responsabilité de la recherche de les constituer. Les catégories d'analyse présentées dans cette étude ont émergé d'un travail de recherche qui ne peut être le fait d'un praticien, celui-ci étant engagé quotidiennement dans une diversité de tâches contraignantes ne permettant pas le recul réflexif et la méthodologie nécessairement requis pour l'élaboration de telles connaissances. La question de la transmission d'un tel cadre d'analyse en formation initiale et continue des enseignants d'EPS demeure néanmoins une question encore ouverte, que devront nécessairement aborder des études à venir dans le but de favoriser l'engagement des enseignants dans une *modalité ergonomique* (Durand, 1996) susceptible de favoriser un guidage stratégique des apprentissages des élèves.

Références

- Bessy C. & Chateauraynaud, F. (1995). *Experts et faussaires : pour une sociologie de la perception*. Paris : Métailié.
- Cahour, B. (2006). L'expérience vécue des utilisateurs ; pourquoi l'étudier et comment ? Conférence invitée au séminaire « Coopération Innovation Technologie » (CITE 2006), Nantes, 26-30 juin 2006.
- Durand, M. (1996). *L'enseignement en milieu scolaire*. Paris : PUF.
- Rolland, C. (2011). *La connaissance des entraîneurs experts en gymnastique artistique : entre perception de forme et intelligibilité pratique*. Thèse de doctorat non publiée en STAPS. Université Blaise Pascal, Clermont Ferrand.
- Rosenthal, V. et Visetti, Y.M. (1999). Sens et temps de la gestalt. *Intellectica*, 28, 147-227.
- Simondon, G. (1958). *Du mode d'existence des objets techniques*. Paris : Aubier.

Impact de la spécialisation sportive précoce et Représentation du Corps

Emmanuel Fernandes

Laboratoire GEPECS TEC « Groupe d'Etudes pour l'Europe de la Culture et de la Solidarité,
Techniques et Enjeux du Corps » (EA 3625)
emmanuel.fernandes@u-picardie.fr

Introduction

L'analyse de 735 dessins d'enfants (âgés de six à huit ans) précocement spécialisés en sport ou en danse, propose d'observer l'impact sur la représentation du corps. Ces enfants vivent dans leur chair des actions particulières qui sont susceptibles de façonner leurs représentations du corps. Les enfants sont-ils habités par le sport qu'ils pratiquent régulièrement ? Le 'dessin du bonhomme' (Lang et Wallon, 1989) sera-t-il suffisant pour effectuer ces observations ? La piscine n'est pas le praticable de gymnastique et le partenaire de danse est plus conciliant que l'adversaire de judo. Dans des espaces sensoriels différents, observe-t-on des représentations du corps spécifiques ? La nécessité de construire de toutes pièces un outil d'observation s'est imposée à nous afin de répondre à ces questions (Fernandes, 2012). Classiquement, le concept de représentation du corps est souvent compris et expliqué comme étant la représentation spatiale et l'organisation des différentes parties du corps entre elles. Nous savons aujourd'hui (Parlebas, 1981 ; Berthoz, 1997) qu'il y a autant de schémas corporels que d'expériences motrices. Les caractéristiques graphiques seront-elles révélatrices de cette diversité ?

Des Profils différents de représentations

Nous formulons l'hypothèse selon laquelle il est possible de repérer des représentations du corps indexées aux pratiques motrices régulières. Ce travail de recherche tente de déterminer les structures de représentations du corps par comparaison de différents groupes de spécialistes. Le corpus est constitué de cinq dessins fournis par 147 enfants se dessinant dans leur spécialité et dans celles des autres (danse, gymnastique, natation, judo et handball). Conjointement au décryptage des dessins, une analyse de la situation motrice est envisagée. Une fois les données collectées, une analyse factorielle est faite à partir du Logiciel Trideux (Cibois, 2007). Trois axes apparaissent. Le premier axe correspond à l'observation de la précision de la représentation du personnage à travers le dessin. Le second est relatif à l'activité exprimée par la présence des traits de logique interne mais aussi par celle du personnage. Le troisième fait référence à l'observation du personnage dans son environnement tant physique qu'humain. Ainsi, une nouvelle typologie d'analyse de dessins pourrait être envisagée pour de futures recherches. Le calcul des PEM (pourcentage de l'écart maximum) est fait afin d'affiner le profil des représentations de chacun des groupes. Dans un second temps, les dessins des enfants dans leur propre spécialité sont retirés du calcul. Près de 70% des informations sont permanentes. De façon générale, des tendances de représentations distinctives apparaissent. Les représentations des nageurs et des gymnastes trahissent leur autocentration, au contraire, celles des judokas et des handballeurs trahissent leur exocentration (Figure 1). Que dire des danseurs qui vont jusqu'à des représentations imaginatives et surréalistes ? Ces derniers traduisent émotionnellement toute l'incertitude créatrice de la poésie chorégraphique. Au contraire, les sportifs reproduisent plus docilement le milieu certain et défini de façon plus standardisée et codifiée. Une distinction apparaîtrait donc entre les danseurs et les sportifs. Les danseurs font preuve d'une créativité qui témoigne d'un monde imaginaire empli d'émotions. C'est précisément ce qui les différencie de l'ensemble des sportifs. Les environnements sportifs certains et standardisés que les pratiquants doivent intégrer, ne correspondent en rien à celui des danseurs qui peuvent se le créer. Cette nuance résume l'impact des univers de pratique sur nos perceptions.

De façon plus particulière, ce qui ressort davantage dans le profil des danseurs est une recherche d'esthétisme et d'imaginaire à travers les représentations de l'environnement, du personnage et des

activités. Pour les gymnastes, nous observons une précision des aspects moteurs de la représentation du personnage humain, tant sur le plan du schéma corporel que pour l'adaptation des activités du personnage de façon assez autocentrée. Les nageurs semblent très sensibles à la précision de la représentation de certaines parties du corps mais pas dans son intégralité. Certaines règles d'occlusion paraissent les caractériser. Il semble que la représentation du corps de ce groupe soit très orientée et sélective. Les spécialistes de judo privilégient davantage des représentations ambivalentes (en action ou pas, offensives ou défensives) empreintes de circonspection ; comme si les dessinateurs privilégiaient des représentations permettant d'agir selon toutes circonstances sans se dévoiler. La tendance des handballeurs serait de multiplier les éléments extérieurs mettant en scène des personnages plus imprécis que les précédents exceptés les judokas. Ainsi, l'autocentration des spécialistes de sports psychomoteurs (gymnastique et natation) s'opposerait à l'exocentration des spécialistes de sports sociomoteurs (judo et handball).

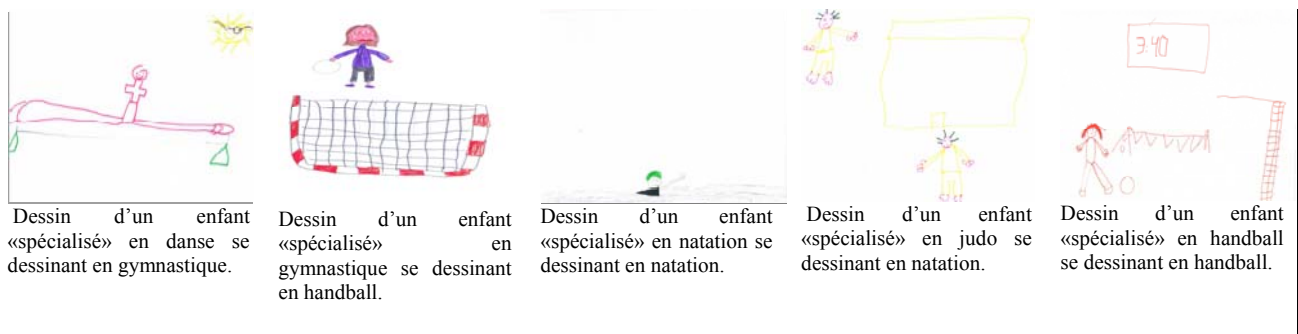


Figure 1. Exemples de dessins d'enfants se dessinant dans leur spécialité ou celle des autres

Conclusion

L'intérêt de cette recherche réside dans sa tentative de compléter les précédentes qui ont principalement privilégié les variables explicatives d'âge et de sexe. Ce travail nous aura permis d'établir une nouvelle typologie d'analyse de la représentation du corps. Précisons que le mariage entre l'approche praxéologique et l'approche projective semble tout à fait convenir à notre propos. Ce qui est proposé ici est une illustration de différents contextes pouvant exercer un impact sur la représentation du corps. Les règles et les codes de chaque jeu exercent de tout leur poids une influence façonnante (Fernandes, 2012). Incontestablement, les logiques internes des pratiques ludomotrices constituent une base d'enculturation. La pratique d'une spécialité change la représentation initiale du corps en une représentation plus adaptée à celle-ci. Cette recherche pourrait offrir aux pédagogues d'éducation physique une perspective d'amélioration de l'observation de l'impact des choix d'activités sur les représentations.

Références

- Berthoz, A. (1997). *Le sens du mouvement*. Odile Jacob. Paris, France.
- Cibois, Ph. (2007). *Les méthodes d'analyses d'enquêtes*. Paris : Presses Universitaires de France, Collection «Que sais-je ?». Paris, France.
- Fernandes, E (2012). Représentation du corps et spécialités sportives. Décryptage de 735 dessins d'enfants de 6 à 8 ans. *Ethologie & Praxéologie*, 17,3-22. Paris, France.
- Lang, K., & Wallon, P. (1989). Dessin du bonhomme et Schéma Corporel (aspect graphique de l'intégration du Schéma Corporel). *Psychologie médicale*, 21, 637-642. Paris, France.
- Parlebas, P. (1981). *Contribution à un lexique commenté en science de l'action motrice*. Insep. Paris, France.

Session Orale N°36

Risques et carrières sportives

(Modérateur : Yohann Rech)

Les déterminants du risque perçu lié à la participation d'une compétition de golf

Sébastien Castel

Sport MG Performance EA 4670

castelsebastien@free.fr

Introduction

Une étude concernant les raisons d'abandon du golf (F.F.G, 1994) nous a permis d'identifier les freins à la consommation susceptible d'influencer la décision de participer à une compétition de golf. Toutefois, les recherches de la F.F.G ne s'intéressent pas aux déterminants pouvant affecter le processus de décision d'achat d'un service golf. La perception du risque relatif à l'obtention d'un service peut être à l'origine de comportements spécifiques allant du refus ou report de l'achat. D'ailleurs, les différents risques perçus par les golfeurs sont probablement à l'origine de la baisse du nombre de licenciés en 2013 (-2 %) en France. Les dirigeants devraient reconnaître les déterminants majeurs du risque perçu lié à la participation d'une compétition et développer des stratégies marketing pour convaincre les golfeurs les plus méfiants.

Quels sont les déterminants du risque perçu ?

D'après Bauer (1960), chaque achat peut engendrer des conséquences négatives ne pouvant être anticipées avec certitude, et dont certaines ont de fortes chances d'être déplaisantes.

A - Le risque perçu de l'achat d'un service

Afin de mettre en perspective nos travaux sur le comportement du consommateur golfeur, nous retiendrons la synthèse des six dimensions du risque perçu proposée par Stone et Grønhaug (1993): le risque de performance, le risque financier, le risque psychologique, le risque social, le risque physique et le risque de perte de temps.

B - Les déterminants du risque perçu

Les déterminants du risque perçu proviennent de trois sources différentes : le consommateur, le produit et la situation d'achat (Volle, 1995). Les caractéristiques sociodémographiques, psychologiques et psychographiques ont une influence sur le risque perçu de l'achat d'un produit (Filsler, 1994). Les spécificités propres au produit et les caractéristiques subjectives sont susceptibles de modifier la perception du risque.

Les déterminants du risque perçu lié à la participation d'une compétition de golf

Un questionnaire a été envoyé par voie postale à plus de 3500 golfeurs, 298 versions ont pu être intégrées dans l'analyse quantitative. Nous caractériserons, sur une échelle de mesure de 1 à 5 points, le degré d'importance des différentes dimensions du risque perçu lié à la participation d'une compétition de golf.

A - Analyse des risques perçus liés à la participation d'une compétition de golf

Le risque global perçu lié à la participation d'une compétition de golf est de 2.27 sur une échelle de 5 points. Le poids des dimensions est caractérisé par un risque de performance de 2.38, un risque financier de 2.34, un risque social de 2.65 et un risque psychologique de 1.70

B - Les déterminants liés à la participation d'une compétition de golf

Il nous appartiendra, à l'aide du test de Fisher, d'analyser les relations significatives (Alpha de Cronbach > 0.5) entre le degré de perception du risque lié à la participation d'une compétition de golf et les déterminants traditionnels, sportifs et environnementaux.

Le sexe

Les femmes ont une perception du risque psychologique (1.97) supérieure à celle des hommes.

Leurs principales craintes sont les suivantes : que cela renvoie une mauvaise image de leur personne (2.20), que les autres joueurs se moquent de leurs performances (2.04) et que leur niveau technique les empêche de participer aux compétitions (2.27)

L'âge

Les consommateurs de 21 à 45 ans ont une sensibilité au risque financier (2.78) de la participation à une compétition de golf supérieure à la moyenne (2.34). Cette classe est plus sensible aux éléments suivants : que ce soit trop cher au regard des gains espérés (2.59), que l'organisation ne justifie pas son prix (2.76) et que participer à l'ensemble des épreuves soit cher sur l'année (3.02)

Le classement

Les consommateurs golfeurs dont l'index se situe entre 25 et non classé (e) perçoivent un risque psychologique (1.80) supérieur aux autres classes. Les golfeurs ont peur que cela renvoie une mauvaise image de leur personne (2.61), que leur niveau technique les empêche de participer à l'ensemble des épreuves (2.29) et de ne pas pouvoir obtenir rapidement leur classement (1.87).

La pratique de la compétition

Les golfeurs qui ne font pas de compétition ont une perception du risque psychologique de 1.98. Cette perception est supérieure à la moyenne (1.70). Ils craignent que les autres se moquent de leur performance (2.05) et de ne pas pouvoir participer aux compétitions pour des raisons liées à leur niveau technique (2.74). Attendre trop longtemps sur le parcours (3.09) est un risque de perte de temps considéré comme un frein important à la consommation de ce type de service.

Le temps de jeu

Les golfeurs qui jouent entre une et deux heures ont une perception du risque financier (2.58) supérieure à la moyenne (2.34). Les consommateurs golfeurs de cette classe craignent que ce soit cher au regard des gains espérés (2.42) et que l'organisation de l'épreuve ne justifie pas son prix (2.60)

Le budget golf

Les consommateurs dont le budget golf varie de 0 à 1000 euros ont une perception du risque financier supérieure aux autres classes. Les golfeurs de cette catégorie de consommateurs pensent que c'est trop cher de participer à l'ensemble des épreuves (2.94). L'organisation de l'épreuve ne justifie pas son prix (2.48) et cela semble cher au regard des gains espérés (2.44).

Conclusion

Cette recherche met en valeur les déterminants sociodémographiques (âge, sexe), sportifs (classement, pratique, budget golf...) qui ont une influence particulièrement significative sur le degré du risque perçu lié à la participation d'une compétition de golf. Ce travail s'inscrit dans une réflexion marketing relative à la gestion du risque perçu du consommateur golfeur.

Références

- Bauer, R. (1960). Consumer behavior as risk taking, dynamic marketing for a changing world. Ed.Hancock, *American Marketing Association*, pp.389-398.
- Fédération Française de Golf. (1999, 2003, 2007). Résultat des études des licenciés, Paris.
- Filser, M. (1994). *Le comportement du consommateur*. Paris, Dalloz.
- Stone, R.N. Grønhaug, K. (1993). Perceived risk : further considerations for the Marketing discipline. *European Journal of Marketing*, pp. 39-50.
- Volle, P. (1995). Le concept de risque perçu en psychologie du consommateur : antécédents et statut théorique. *Recherche et Applications en Marketing*, vol.10, n° 1, p.40-56.

Éléments sur la structuration d'un marché du travail féminin : celui des basketteuses

Anais Déas

Laboratoire SHERPAS, URePSSS, Université d'Artois

anais.deas@univ-artois.fr

Introduction

Si le sport féminin gagne progressivement quelques heures de diffusion auprès des médias, il n'en demeure pas moins qu'il reste marginalement représenté dans la presse. Les écarts entre sportifs et sportives sont souvent évoqués. Et même si, comme le titre le journal *Le Monde*⁹, ces dernières « investissent le sport de haut niveau », la réalité ne peut être niée : « les inégalités persistent ». Les divergences de salaires dans le sport professionnel, ainsi que la rareté des contrats pour certaines activités comme le football féminin, ne cessent de rappeler qu'il vaut mieux être un homme qu'une femme pour vivre de sa pratique. Parmi l'ensemble des activités féminines s'étant dotées d'une ligue professionnelle, il y en a une qui nous intéresse particulièrement ici : le basket-ball. Deux divisions composent le haut niveau du secteur féminin : la première, la LFB (Ligue Féminine de Basket-ball) et la deuxième, la LF2 (Ligue féminine 2). Une recherche doctorale entamée en septembre 2012 sous la direction de Williams Nuytens et la codirection de Didier Demazière se propose ici de dessiner les contours de ce marché de travailleuses sportives. Si cet univers se présente comme un marché du travail ouvert, force est de constater que certaines règles, implicites et explicites, le structure. Caractériser ce marché du travail féminin nécessite d'abord de distinguer ce qui relève de l'offre (les joueuses) et de la demande (les clubs), avant d'identifier les différentes forces qui interviennent dans sa structuration. Si justifier les raisons qui nous ont conduits à analyser le marché du basket-ball féminin à travers le prisme de ses joueuses devra être fait, nous verrons rapidement que les données récoltées lors de l'enquête quantitative nous permettent de dégager quelques éléments caractéristiques de cet espace. Plus précisément, elles mettent en exergue le rôle structurant des instances fédérales.

Enquête quantitative et population.

Si 14 équipes composent chacune des deux divisions professionnelles ou semi-professionnelles, seules 25 étaient en activité lors de la saison 2012-2013. C'est cette population qui a été étudiée par questionnaire. Avec 10 athlètes par équipe, c'est 250 joueuses qui ont été sollicitées. Nous avons finalement obtenu 191 retours. Avec un pourcentage de réponse dépassant les 75%, nous pouvons dire que les résultats sont représentatifs de la population étudiée.

Règles explicites et structuration du marché par le haut.

Les championnats de LFB et LF2 correspondent à l'organisation du modèle européen des ligues ouvertes¹⁰. Dans ce type d'organisation, le système de promotion-relégation a pour conséquence d'orienter les clubs vers « la course aux armements ». La répartition des joueuses entre les clubs des deux premières divisions devient alors un indicateur pertinent quant à la manière dont le marché se structure, notamment par l'intervention de la fédération. Les variables de la nationalité, de l'âge, et du type de contrat viendront alors illustrer cette idée.

Règles explicites et structuration du marché par le haut : la variable de la nationalité.

En comparant la répartition des françaises et des étrangères sur la LFB et LF2, on s'aperçoit

⁹ Les femmes investissent le sport de haut niveau, mais les inégalités persistent. *Le Monde*, 7 mars 2015. En ligne http://www.lemonde.fr/les-decodeurs/article/2015/03/07/sportives-de-haut-niveau-des-progres-mais-encore-des-inegalites_4588283_4355770.html#odfDTAPwuvvdXQJU.99.

¹⁰ Sur la question des ligues ouvertes et ligues fermées, voir par exemple : Andreff, W. (2009). Équilibre compétitif et contrainte budgétaire dans une ligue de sport professionnel. *Revue Économique*, 60(3), 591-633 ; ou encore Bourg, J. F., & Gouquet, J. J. (2012). *Économie du sport*. Paris : La Découverte.

rapidement qu'une première divergence émerge. La LFB est composée de 63,5% de françaises pour 36,5% de joueuses étrangères, alors que les équipes de LF2 se composent en moyenne de 9 françaises pour une étrangère. Ce résultat n'est qu'une conséquence du règlement : en jouant sur les types de licences délivrées aux sportives, la fédération française de Basket-Ball (FFBB) contrôle le flux des étrangères (2 autorisées en LF2 contre 4 en LFB) et structure ainsi le marché.

Règles explicites et structuration du marché par le haut : la variable de l'âge.

Lorsque l'on s'intéresse à l'âge des joueuses, on remarque rapidement que les joueuses de LF2 sont plus jeunes que la LFB. Si 48,2% des joueuses de LF2 ont moins de 23 ans, alors que ce n'est le cas que pour 18,3% des joueuses de LFB, c'est une nouvelle fois la conséquence de l'intervention fédérale. En effet, le règlement de la LF2 impose à tout club de faire figurer sur la feuille de match au moins 4 joueuses de moins de 23 ans. On comprend ainsi aisément la chute globale des effectifs aux alentours de 23/24ans.

Règles explicites et structuration du marché par le haut : la variable du type de contrat.

Enfin, si on compare les types de contrat des joueuses en fonction des deux divisions, on repère rapidement des différences. Si 90% des joueuses de LFB sont sous contrat, ce n'est le cas que pour 58% des joueuses de LF2. Les autres joueuses sont soit « sous convention », soit « sans contrat ». Plus encore, le Bilan LFB 2010-2011¹¹ met en lumière les différences de salaire entre les professionnelles françaises (3 845€ brut mensuel en moyenne) et les étrangères (4 432€ pour les Européennes et 6 326€ pour les Hors Europe). Hétérogénéité de statuts et hétérogénéité de salaires se conjuguent, mettant ainsi en exergue une différence de professionnalisation et de positionnement entre les joueuses de la LFB et de la LF2, mais aussi entre les joueuses aux différents statuts contractuels.

Conclusion.

Ces éléments statistiques, appréhendés grâce à une enquête par questionnaire auprès des joueuses, mettent en évidence le rôle structurant de la FFBB. A travers le règlement qu'elle édite, l'instance fédérale agence en partie le marché des joueuses, notamment par des éléments permettant de différencier la LFB de la LF2. Elle facilite par exemple le positionnement des joueuses de moins de 23 ans sur le terrain de la deuxième division. Comme le souligne Le Velly (2012), le droit a non seulement des effets structurant sur l'économie du marché, mais il établit également des rapports de forces entre les acteurs¹². Dans le cas du basket-ball féminin, les règles explicites agissent comme des forces permettant de structurer le marché par le haut.

Si le choix de présenter les éléments de résultats caractérisant le marché à travers une structuration pensée par le haut a été fait ici, d'autres éléments sont susceptibles de compléter le paysage. L'analyse des autres données issues de l'enquête quantitative nous permettraient de poursuivre l'idée défendue ici en montrant que la FFBB structure également le marché par le bas, notamment en ayant le monopole de la formation des futures professionnelles. D'autre part, les résultats nous conduisent alors à envisager la poursuite du travail dans deux directions. D'abord, il faudra approcher les stratégies de placement des joueuses par une enquête qualitative, afin de saisir la manière dont ces dernières se positionnent sur ce marché en jouant (ou pas) de ses contraintes. Ensuite, il s'agira d'amender les propos des joueuses à travers le discours d'un tiers régulateur : la figure de l'agent sportif. C'est dans ces deux directions que nous sommes engagés.

¹¹ En ligne http://www.basketlfb.com/sites/default/files/2011%2006%2013_Bilan%20LFB%202010-2011%20VF.pdf.

¹² Le Velly, R. (2012). *Sociologie du marché*. Paris : La Découverte.

La régulation des comportements déviants en handball de haut-niveau : éléments de comparaison des cas français et roumains.

Grégoire Duvant¹

¹ Université d'Artois, URePSSS, Atelier SHERPAS

gregoire.duvant@gmail.com

Introduction

Cette communication est consacrée à la régulation des comportements déviants en handball de haut-niveau en France et en Roumanie¹³. Il s'agit ici d'essayer de comparer deux modèles fédéraux, deux états des lieux relatifs aux écarts à la norme mais aussi des stratégies et des moyens de régulation associés à des profils d'arbitres. La mise en tension des terrains français et roumains n'est pas évidente mais son intérêt réside dans des contextes fédéraux inversés : la Fédération Roumaine de Handball (FRH) est passée d'une situation florissante à une situation moins enviable quand la Fédération Française de Handball (FFHB) connaissait l'évolution inverse. Quadruple championne du monde (1961, 1964, 1970, 1974), vice-championne olympique (1976) et triple médaillée de bronze aux Jeux Olympiques (1972, 1980, 1984) l'équipe de Roumanie ne parvient plus à se qualifier pour une phase finale de championnat du monde depuis 1997, exception faite en 2009 où elle prenait la 15^{ème} place. Parallèlement, l'équipe de France gagnait sa première médaille aux Jeux Olympiques en 1992 avant de multiplier les titres (Championne du monde en 1995, 2001, 2009, 2011, 2015 ; Championne d'Europe en 2006, 2010 et 2014 ; Championne Olympique en 2008 et 2012). Par ailleurs, un fait retient notre attention : les comportements violents et les scandales se multiplient dans les championnats roumains, alors qu'ils se font plus rares en France. La comparaison entre les deux terrains doit permettre d'apporter des éléments de réponse à une question centrale : comment peut-on expliquer cette différence ?

Quelle place les contextes fédéraux et historiques prennent-ils dans cette explication ? La différence des sexes, les niveaux de jeu, la fonction des acteurs incriminés ou encore les types d'infraction et leurs motifs sont-ils des indicateurs intéressants pour rendre compte de cette différence ? Les arbitres peuvent-ils être tenus pour responsables des écarts entre les cas français et roumains ?

Eléments de méthode

Cet exposé repose sur la combinaison de deux enquêtes : la première permet de caractériser les faits de déviance, de dresser un état des lieux des comportements en France et en Roumanie, de décrire par les chiffres pour essayer d'objectiver le phénomène (Robert et al. 1995) ; la seconde essaie d'interroger le rôle des arbitres dans la régulation des comportements déviants.

La première enquête visait à construire un état des lieux des comportements tant en France qu'en Roumanie par la consultation de l'ensemble des dossiers d'instruction (n=129 en France ; n'=398 en Roumanie pour la période 2009/2013) archivés par les commissions de discipline. Ces dossiers concernent un comportement de déviance ayant eu lieu dans les championnats de première et de deuxième division entre 2009-2013 soit au cours de quatre saisons sportives consécutives. Ils contiennent *a minima* la feuille de match, le rapport complémentaire de l'arbitre, éventuellement celui du délégué, des éléments à charge et à décharge, ainsi que plusieurs séquences vidéo du comportement visé. Nous recueillions également la parole du contrevenant avant de croiser nos résultats avec les données institutionnelles pour éviter un premier biais : des données non-représentatives du phénomène étudié à cause d'oublis ou de caractérisations de faits non-conformes à la réalité du terrain. Il y a donc nécessité de croiser les sources (Robert et al. 2009). L'enquête permet de révéler la distribution des faits en fonction du sexe du contrevenant, de son statut au moment de l'infraction, du championnat dans lequel il évolue, des types de faits (référence faite aux règles du jeu) ou du motif de la déviance défini en fonction du terrain et de la littérature. Les

¹³ Travaux menés sous la direction de Williams Nuytens, Université d'Artois, URePSSS, Atelier SHERPAS, dans le cadre d'un « parcours à visée Recherche ».

données recueillies dans le cadre de cette enquête sont traitées grâce aux logiciels *Sphinx Plus*² et *SPSS*. Par ailleurs, les résultats présentés sont significatifs (Test de significativité du X^2 ou test exact de Fischer et V de Cramer). La lecture des données se fait par une approche statistique que l'on sait intéressante dans l'explication d'un phénomène sociologique (Desrosières, 2008a, 2008b). La seconde enquête consistait à explorer les stratégies, moyens et outils de régulation des situations conflictuelles déployés par les arbitres pour essayer de comprendre s'ils apparaissent comme des facteurs limitant la production de déviance ou s'ils la favorisent. Nous avons réalisé des observations *in situ* (n=129 ; n'=63) permettant à la fois de décrire l'activité arbitrale et le contexte environnant, de comptabiliser les interactions joueurs-arbitres ainsi que les types d'interactions (déplacement sur la zone de conflits, utilisation du coup de sifflet comme moyen de communication, gestuelle etc.) pour analyser les stratégies adoptées par les arbitres face à une situation de déviance. Couplées à des entretiens d'après-match avec les arbitres (n=19 ; n'=21) elles permettent une lecture de l'arbitrage de haut-niveau par profils, en faisant référence à une construction idéal-typique. Trois profils et neuf cas irréductibles émanent de cette enquête. La répartition de ces profils en France et en Roumanie permet d'expliquer au moins en partie des taux de déviance.

Présentation de résultats

Les deux enquêtes permettent de mettre en exergue plusieurs faits significatifs ainsi que des différences entre les cas français et roumains: les taux de déviance (c'est-à-dire le nombre cas en fonction du nombre de matches organisés) sont deux fois plus élevés en Roumanie qu'en France ; considérée comme marginale dans l'hexagone, la déviance féminine se développe et se renforce dans les championnats roumains ; les cas de déviance sembleraient être indexés sur le niveau des compétitions pour le cas français, alors qu'en Roumanie ils se concentrent dans les championnats élites. Ces éléments de comparaison permettent de poser un constat à partir duquel nous pouvons envisager des hypothèses explicatives. Par ailleurs, la démarche comparative est centrale dans le cadre de nos travaux. Il convenait donc de dépasser les biais méthodologiques et de considérer les intérêts et les limites d'une telle démarche pour construire notre analyse. En ce sens, nous reviendrons sur le périmètre de la comparaison utilisée. Nous développerons également une première hypothèse explicative. En effet, nous pensons que les arbitres jouent un rôle important dans la régulation des comportements de déviance. Chargés de régler les situations conflictuelles, ils peuvent être des facteurs limitant la production de déviance ou la favorisant. Nous exposerons ici les différents profils rencontrés et expliquerons en quoi ils peuvent aider ou nuire à la régulation des comportements.

Conclusion

Cette communication consistera à exposer des résultats tout en revenant sur le périmètre de la comparaison utilisée. Entre intérêt sociologique et biais méthodologiques, nous discuterons des avantages et des limites de la méthode comparative déployée dans le cadre de nos travaux. Une question de fond apparaît alors : en quoi est-ce sociologiquement intéressant de recourir à la comparaison malgré difficultés et limites ?

Références

- Desrosières A., (2008). *Pour une sociologie historique de la quantification: l'argument statistique*. Presse de l'Ecole des Mines de Paris.
- Desrosières A., (2008). *Gouverner par les nombres : l'argument statistique II*. Presse de l'Ecole des Mines de Paris.
- Robert P., Aubusson de Cavarlay B., Pottier ML., Tournier P., (1995). « Les comptes du crime. Les délinquances en France et leurs mesures », *Population*, vol. 50, n°4, pp. 1262-1265
- Robert P., Zauberman R., Nevanen S., Didier E., (2009). « L'acteur et la mesure. Le comptage de délinquance entre données administratives et enquêtes », *Revue Française de Sociologie*, 50 (1), pp. 31-62.

Anticiper la reconversion des apprentis footballeurs : un horizon inatteignable ?

Pierre-Cédric Tia¹

¹ EA 2543 « Centre Pierre Naville », UFR SHS, Université d'Evry
EA 4260 « Centre d'Etude du Sport et Actions Motrices », UFR STAPS, Université de Caen
pctia@hotmail.fr

Introduction

La problématique de la reconversion du sportif de haut niveau est un sujet contemporain important (Javerlhiac, 2014 ; Papin, 2007). Le développement des filières d'accès au sport de haut niveau conduit de nombreux individus à s'engager précocement dans une carrière professionnelle. Dans le cas du football, ce sont environ deux mille jeunes apprentis¹⁴ qui chaque saison aspirent au professionnalisme, alors que le taux de professionnalisation n'excède jamais les 8%. Dès lors, il se pose la question de la reconversion de la majorité (92%) et de leur devenir socioprofessionnel post-formation. Le constat principal que nous faisons, au regard d'une vingtaine d'entretiens biographiques menés auprès d'anciens pensionnaires de Centre de Formation (CdF), c'est que les ex-apprentis d'origine populaire rencontrent davantage de difficultés sociales (chômage, instabilité sociale, précarité) dans leur processus de reconversion professionnelle, en comparaison de ceux de milieux sociaux supérieurs. La particularité de la socialisation au métier de footballeur (Bertrand, 2012), généralement vécue sous le prisme de la vocation (Faure et Suaud, 1999) contraint les apprentis à recomposer leur vocation (Rasera, 2010) a posteriori de leur éviction. Sans compter que leur identité de footballeur (Juskowiak, 2011) les maintient fréquemment dans une stagnation sociale bien des années après leur éviction du CdF.

Méthodologie

La recherche-action que nous menons actuellement au sein du CdF du Stade Malherbe Caen tente - à travers l'observation sociologique et la mise en place de bilans socioprofessionnels individualisés - d'accompagner les jeunes apprentis dans l'élaboration d'un projet professionnel global. Nous entendons par global, une tentative de dépassement de la scission entre carrière sportive et carrière « classique » afin de prévenir au mieux leur reconversion.

Ce module de transition professionnelle est scindé en plusieurs phases (préliminaire, immersion, bilans et entretiens, prospection et conclusion), correspondant toutes à des semaines d'immersion au sein du CdF. Notre attention a porté sur plusieurs variables sociologiques qui nous permettront d'orienter au mieux les apprentis : les caractéristiques sociales, les caractéristiques sportives, les loisirs hors football, les connaissances générales sur le travail et l'emploi mais aussi le système de valeur de l'apprenti.

Constats et Hypothèse

Nous avons vu que ce module a pu générer des tensions chez les apprentis footballeurs. En venant décentrer leur puissance d'agir (Lordon, 2011) de la seule perspective du football professionnel, cet accompagnement a suscité d'autres perspectives professionnelles concurrentes au football. Or, le football professionnel, comme beaucoup d'autres sports professionnels, n'accepte que la dévotion totale (Faure et Suaud, 1999). Ainsi, ce suivi occasionne un positionnement ambivalent chez les encadrants (entraîneurs et dirigeants) mais aussi chez les apprentis. Il a très vite généré un dilemme entre la focalisation sur la performance (Ehrenberg, 1991) sportive et la prévention de la reconversion de ces jeunes footballeurs.

¹⁴ <http://www.fff.fr/direction-technique-nationale/jouer/statistiques-joueurs>.

Conclusion

Cette communication se proposera donc de mettre en lumière les enjeux et tensions relatifs à l'anticipation de la reconversion des apprentis footballeurs, en montrant comment celle-ci corrode insidieusement les finalités du CdF et modifie progressivement sa temporalité.

Références

- Bertrand J., (2012). *La fabrique du footballeur*, Paris, La Dispute.
- Faure J-M., Suaud C. (1999). *Le football professionnel à la française*, Paris, PUF.
- Javerlhac S. (2014) *La reconversion des sportifs de haut niveau : pouvoir et vouloir se former*, Rennes, Presses Universitaires de Rennes.
- Juskowiak H. (2011). *Un pour mille : éléments de sociologie sur la formation au métier de footballeur*, thèse de STAPS, Université d'Artois.
- Lordon F. (2011) *Capitalisme, désir et servitude : Marx et Spinoza*, Paris, La Fabrique.
- Papin B. (2007) *Conversion et reconversion des élites sportives : approches socio-historique de la gymnastique artistique et sportive*, Paris, l'Harmattan.
- Rasera F. (2010). La recomposition d'une vocation: enquête sur l'éviction et la reconversion des apprentis footballeurs, (dir.) Sobry C., *Sport et travail* (pp 405-414). Paris, L'Harmattan.

Session de Posters

Lundi 26 octobre 2015

16 h 45 – 17 h 45

Mardi 27 octobre 2015

16 h 30 – 17 h 30

Concentration sérique de vitamine D et densité minérale osseuse chez des jeunes adultes Libanais

Abir Alwan¹, Georges El Khoury¹, Hassane Zouhal², Ghassan Maalouf², Walid Khairallah³ et Rawad El Hage¹

¹*Department of Physical Education, Faculty of Arts and Social Sciences, University of Balamand, Lebanon.*

²*Movement, Sport, and Health Sciences Laboratory, University of Rennes 2, Rennes, France.*

³*Musculoskeletal Department, Bellevue Medical Center, Faculty of Medicine of Saint-Joseph University, Mansourieh, Lebanon.*

abir.alwan@hotmail.com

Introduction

La vitamine D joue des rôles importants dans plusieurs fonctions physiologiques chez l'humain. Elle joue un rôle important dans le maintien de l'équilibre phosphocalcique en favorisant l'absorption intestinale du calcium et du phosphore, la mobilisation du calcium osseux et la réabsorption du phosphore par les reins. Si on s'intéresse particulièrement à la santé osseuse, cette vitamine est essentielle. En effet, des taux sériques bas de vitamine D sont associés à une augmentation du risque d'ostéoporose chez les personnes âgées et ont pour conséquences des troubles de croissance chez l'enfant (rachitisme) et une augmentation du risque de fractures chez l'adulte (Rizzoli, 2014). Le pic de densité minérale osseuse (DMO) qui est atteint durant la troisième décennie de la vie de l'être humain est un déterminant important du risque fracturaire plus tard dans la vie (Rizzoli, 2014). L'identification des facteurs déterminant le pic de DMO chez les jeunes adultes pourrait aider à prévenir de manière précoce l'ostéoporose (Bonjour et coll., 2010). Le but de cette étude était d'explorer la relation entre la vitamine D et la DMO chez des jeunes adultes Libanais.

Méthodes

123 jeunes adultes Libanais (67 hommes et 56 femmes) âgés de 18 à 30 ans ont participé à cette étude. Les sujets étaient sains, ne recevaient aucun traitement médicamenteux ou vitaminique susceptible de modifier leur statut osseux, n'avaient pas d'antécédent(s) de maladie métabolique ou osseuse et n'avaient pas subi d'immobilisation prolongée. Ce protocole a reçu l'approbation du comité d'éthique de l'Université de Balamand. Le poids et la taille ont été mesurés, et l'indice de masse corporelle (IMC) a été calculé. La composition corporelle et la DMO ont été évaluées par absorptiométrie biphotonique à rayons-X (DXA). La DMO a été mesurée au niveau du corps entier (CE), du rachis lombaire (L1-L4), de la hanche entière (HE) et du col fémoral (CF). Les concentrations sériques en vitamine D et en PTH ont été mesurées en utilisant des techniques chimio-luminescentes.

Résultats

Il y avait des différences inter-sexes significatives au niveau poids, de la taille, du CMO, de la DMO et de la concentration sérique en vitamine D (Tableau 1). La concentration sérique en vitamine D n'était pas corrélée aux valeurs de DMO dans la population étudiée ($P > 0,05$).

Tableau 1 : Caractéristiques de la population étudiée

	Femmes (n =56)	Hommes (n = 67)
Age (ans)	22,4 ± 3,2	22,4 ± 2,8
Poids (kg)	60,1 ± 13,9	81,7 ± 15,8 ***
Taille (cm)	159,5 ± 6,2	175,6 ± 7,5 ***
IMC (kg/m ²)	23,6 ± 5,1	26,4 ± 4,3 **
CMO CE (g)	2142 ± 310	3035 ± 435 ***
DMO CE (g/cm ²)	1,061 ± 0,102	1,222 ± 0,120 ***
DMO L1-L4 (g/cm ²)	1,131 ± 0,143	1,236 ± 0,164 ***
DMO HE (g/cm ²)	0,978 ± 0,134	1,135 ± 0,143 ***
DMO CF (g/cm ²)	0,957 ± 0,149	1,136 ± 0,155 ***
Vit D totale (pg/ml)	24,3 ± 12,3	30,5 ± 12,9 ***
PTH (ng/ml)	39,6 ± 15,2	38,0 ± 13,8

IMC : Indice de Masse Corporelle ; CMO : Contenu Minéral Osseux ; CE : Corps Entier ; DMO : Densité Minérale Osseuse ; HE : Hanche Entière ; CF : Col Fémoral ; Vit : Vitamine ; PTH : Parathormone ; *** Différences significatives entre les femmes et les hommes, P < 0,001 ; ** Différences significatives entre les femmes et les hommes, P < 0,01.

Conclusion

Cette étude suggère que la concentration sérique de vitamine D ne soit pas un déterminant positif de la DMO chez les jeunes adultes sains. D'autres études seront nécessaires afin de définir les déterminants de la DMO chez les jeunes adultes.

Références

- Bonjour, J.P., Chevalley, T., Ferrari, S., Rizzoli, R. (2009). The importance and relevance of peak bone mass in the prevalence of osteoporosis. *Salud Publica Mex*, 51 Suppl 1, S5-17.
- Rizzoli, R. (2014). Nutritional aspects of bone health. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab*, 28(6), 795-808.

Effets de l'entraînement respiratoire par l'inhalateur de frolov sur les capacités aérobies chez des jeunes adultes sains

Abir Alwan¹, Rawad El Hage¹ et Hala Youssef²

¹Department of Physical Education, Faculty of Arts and Social Sciences, University of Balamand, Lebanon.

²Département d'Éducation Physique, Université Libanaise.
abir.alwan@hotmail.com

Introduction

L'entraînement respiratoire semble avoir des effets positifs sur la performance aérobique chez les personnes sédentaires en particulier (Boutelier et coll., 1992 ; Sonetti et coll. 2001). Ce type d'entraînement pourrait être très intéressant chez les sujets ayant des difficultés physiques à pratiquer les activités physiques. L'objectif de cette étude était d'explorer les effets d'un protocole particulier d'entraînement des muscles respiratoires sur les qualités aérobies chez des sujets jeunes, sains et sédentaires. Ceci nous permettra de juger de l'efficacité de l'entraînement respiratoire sur les qualités aérobies chez les sujets sains avant de l'appliquer aux populations particulières (sujets obèses, personnes âgées, etc.)

Méthodes

Trente-huit jeunes sujets (âgés de 18 à 22 ans) sains et sédentaires ont participé à cette étude (vingt-trois sujets (12 femmes et 11 hommes) ont pratiqué l'entraînement respiratoire et quinze sujets (8 femmes et 7 hommes) ont constitué le groupe témoin). Ces sujets sont choisis après remplir un questionnaire qui montre qu'ils ne pratiquent aucune activité physique. La vitesse maximale aérobique (VMA) est évaluée par le test de Navette (Luc léger) et la consommation maximale d'oxygène est estimée selon ce même test. La force du diaphragme est évaluée par une cotation référée aux bilans musculaires kinésithérapiques et l'ampliation thoracique est mesurée par un ruban-mètre. La fréquence respiratoire à l'effort est prise après le test de Harvard. Le pouls est mesuré par un cardiofréquencemètre mis en bracelet au niveau du poignet. Le pouls est pris à trois moments (à 1 minute, à 2 minutes et à 3 minutes) après le même test de Harvard. Le protocole d'entraînement respiratoire est exécuté durant six semaines (en raison de 3 séances par semaine) par l'appareil de Frolov consistant à faire des mouvements respiratoires contre la résistance de l'eau tout en progressant en résistance (quantité d'eau) et en prolongeant la durée de l'acte respiratoire (inspiration + expiration).

Résultats

Après les six semaines de l'application de notre protocole, la force du diaphragme et l'ampliation thoracique au niveau ombilical n'ont pas significativement augmenté chez les deux groupes (entraîné et témoin). Quant au niveau axillaire, l'ampliation thoracique est augmentée de $46,9 \pm 5,3$ % chez les hommes contre $30,5 \pm 1,3$ % chez les femmes du groupe entraîné. Au niveau xiphoïdien elle est améliorée de $41,2 \pm 6,7$ % chez les hommes contre $25 \pm 5,1$ % chez les femmes du groupe entraîné. A noter qu'aucun changement significatif n'est apparu chez le groupe témoin. Une diminution significative de la fréquence respiratoire de repos ($P < 0,001$) et de la fréquence respiratoire ($P < 0,001$) a été observée chez le groupe entraîné. Le pourcentage de variation de la fréquence respiratoire après le test de Harvard montre une diminution des valeurs post exercice de $-25,8 \pm 1,5$ % chez le groupe entraîné. La fréquence cardiaque post exercice a diminué significativement à la première, deuxième et troisième minute suite au test de Harvard ($-20,9 \pm 1,5$ %, $-21,2 \pm 1,7$ % et $-21,5 \pm 1,4$ % respectivement) chez le groupe entraîné. A noter qu'aucun changement significatif n'est apparu chez le groupe témoin. En ce qui concerne les aptitudes aérobies, le pourcentage d'augmentation de la VMA est de $13,6 \pm 0,1$ % chez le group entraîné sans aucune variation significative chez le groupe témoin.

Tableau 1 : Effets de l'entraînement sur l'aptitude aérobie des sujets

	TEM (n=15)	ENT (n=23)	Valeur P
FC repos – T 0 (batt/min)	71,9 ± 2,3	73,1 ± 1,9	NS
FC repos – T 6 semaines (batt/min)	73,2 ± 1,8	62,9 ± 0,7 #	<10 ⁻⁴
FR repos – T 0 (resp/min)	17,7 ± 0,8	15,8 ± 0,4	< 0,05
FR repos – T 6 semaines (resp/min)	18,3 ± 0,7	14,2 ± 0,3 #	<10 ⁻⁴
Indice de Harvard – T 0	45,6 ± 1	45,2 ± 0,8	NS
Indice de Harvard – T 6 semaines	47,3 ± 0,9	59,6 ± 1 #	<10 ⁻⁴
Variation indice de Harvard (%)	4,6 ± 3,4	32,5 ± 2,6	<10 ⁻⁴
VMA (km/h) – T 0	9,9 ± 0,2	10,5 ± 0,2	NS
VMA (km/h) – T 6 semaines	9,7 ± 0,3	11,9 ± 0,2	<10 ⁻⁴
Variation VMA (%)	-2,3 ± 0,9	13,6 ± 0,1 #	<10 ⁻⁴

Valeurs en moyenne ± SEM. TEM : groupe témoin, ENT : groupe entraîné, VMA : vitesse maximale aérobie, FC : Fréquence cardiaque, FR : Fréquence respiratoire, NS : non significatif. Valeurs P : différence entre le groupe témoin et le groupe entraîné. # : Effet de l'entraînement. # : p<10⁻⁴.

Conclusion

Cette étude montre des effets positifs de ce type spécifique d'entraînement respiratoire sur les qualités physiques et les capacités aérobies des jeunes sujets sédentaires et sains. Si cette étude permet de comprendre certains points, elle fait ressortir des interrogations que des études supplémentaires devraient permettre d'y répondre comme l'intérêt de ce type d'entraînement. Une étude sur des sujets obèses pourrait servir d'un appui supplémentaire à l'hypothèse de l'adaptation à l'effort par un simple entraînement respiratoire. Par ailleurs, il serait intéressant d'étudier ce protocole et de comparer les valeurs des mesures chez les sujets vieillards dont les problèmes ostéo-articulaires et les effets de l'âge peuvent limiter la pratique des activités physiques, dans le but d'améliorer leur qualité de vie. Enfin, la même étude pourrait être faite sur les plongeurs visant à améliorer leur adaptation à l'hypoxie.

Références

- Boutellier, U., Piwko, P. (1992). The respiratory system as an exercise limiting factor in normal sedentary subjects. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 64(2), 145-152.
- Sonetti, D.A., Wetter, T.J., Pegelow, D.F., Dempsey, J.A. (2001). Effects of respiratory muscle training versus placebo on endurance exercise performance. *Respir Physiol*, 127(2-3), 185-99.

Non-invasive assessment of the sciatic nerve stiffness during human ankle motion: Intrasession repeatability

Ricardo Andrade^{1,2}, Sandro Freitas², Filiz Ates^{1,3}, François Hug^{1,4} et Antoine Nordez¹

¹Laboratory « Movement, Interactions, Performance » (EA 4334), University of Nantes, France;

²Faculty of Human Kinetics, CIPER, P-1100, University of Lisbon, Lisbon, Portugal;

³Biomedical Engineering Institute, Boğaziçi University, Istanbul, Turkey;

⁴The University of Queensland, NHMRC Centre of Clinical Research Excellence in Spinal Pain, Injury and Health, School of Health and Rehabilitation Sciences, Brisbane, Australia

ricardo.andrade@univ-nantes.fr

Introduction

The hip angle positioning can notably affect the maximal range of motion (ROM) of the ankle without significant changes on ankle torque and passive tension of the gastrocnemius medialis (Andrade, Lacourpaille, Freitas, McNair, & Nordez, 2015). Since there are no muscle structures which cross both hip and ankle joints, these findings suggest that continuum non-muscular structures (e.g., peripheral nerves or fasciae) may contribute to the available ROM of the ankle.

The peripheral nervous system is a closed-chain continuum that crosses multiple joints. Moreover, the peripheral nerves are exposed to mechanical stress during human movements [detailed in (Topp & Boyd, 2006)]. Thus, the nerve stretching may explain ankle ROM differences due to the hip angle change. In addition, nerves mechanical properties are thought to be important, not only for the protection of the nerve fascicles, but also for the integrity of neurophysiologic functioning. While the nerve movement and strain could be estimated using conventional ultrasound methods (Silva et al., 2014), the *in vivo* stiffness and tension assessment remain unexplored. Elastography techniques have recently emerged to assess the shear modulus of biologic soft tissues. Among these techniques, the shear modulus assessed by Supersonic Shear Imaging technique [SSI, (Bercoff, Tanter, & Fink, 2004)] was shown to have linear relationships with the muscle stiffness and the accumulated tension (Eby et al., 2013), and it can detect changes on these variables during passive stretching. Although it has been widely used for evaluation of several soft tissues (e.g. muscle, tendon, breast or liver), the application of SSI to peripheral nerves has not been explored. The aim of the present study was to investigate the repeatability of the nerve stiffness measurements using SSI technique on the sciatic nerve during the ankle passive movements.

Methods

Nine healthy males volunteered to participate in this study. An Aixplorer ultrasound scanner (Supersonic Imagine, Aix-en-Provence, France) coupled with a linear transducer array (2–10MHz) was used to measure the shear modulus. The probe was longitudinally positioned over the nerve, ~7-10cm distal to the midpoint of the line between the ischial tuberosity and the greater trochanter. The participants were positioned prone with the Knee straight or Knee 90° (i.e., knee flexed to 90°) on the dynamometer (Biodex 3 medical, Shirley, NY, USA). The ankle joint was passively rotated at 2°/s, from 40° of plantarflexion until 80% of ROM in dorsiflexion. For each knee position, three measurements were performed. Before each knee test position, five cycles were performed to account for conditioning. Surface electromyography was used to ensure that muscles were passive. The shear modulus was measured every seconds. The nerve shear modulus repeatability was calculated for each knee test (knee straight and knee 90°) at three different ankle angles: 0°; 20° of dorsiflexion; and 20° of plantarflexion. Interclass coefficient correlation (ICC_(2,1)), standard error of measurement (SEM), and coefficient of variation (CV) were calculated for each knee test.

Results

The intrasession repeatability for the nerve shear modulus measurements are shown in Table 1. Typical examples of sciatic shear modulus and ankle angle relationships are depicted on Figure 1.

Table 1: Repeatability of the sciatic nerve shear modulus in the two tested conditions

Ankle position	Knee straight			Knee 90°		
	ICC (95%CI)	SEM (kPa)	CV (%)	ICC (95%CI)	SEM (kPa)	CV (%)
Plantar flexion (-20°)	0.97 [0.91;0.99]	1.46	10.3	0.99 [0.96;1.00]	0.81	9.2
Neutral	0.98 [0.95;0.99]	1.37	8.2	0.98 [0.92;0.99]	1.07	10.4
Dorsiflexion (20°)	0.99 [0.97;1.00]	1.76	7.3	0.97 [0.89;0.99]	1.27	14.4

Discussion

A good intrasession repeatability of sciatic nerve shear modulus measurements was obtained during passive ankle rotation. Very good ICCs and SEMs values were found for both knee straight and knee flexed to 90°. In general, good CVs values were also observed throughout the ankle movement (< 10.3% and < 14.4% for knee straight and knee 90°, respectively). These preliminary results demonstrate the feasibility of using SSI technique to evaluate the peripheral nerve mechanical properties (i.e., stiffness and changes in tension) during dynamic movement in humans and non-invasively. Therefore, this technique can offer a new understanding of the role of peripheral nerves on the ankle maximal ROM differences observed by the hip angle change (Andrade et al., 2015). These preliminary results also suggest a potential applicability of SSI to evaluate the effects of focal nerve lesions (e.g., nerve entrapment injuries), peripheral neuropathies, and peripheral nerve tumors where the mechanical properties are altered and a dramatic decrease in joint flexibility is commonly present.

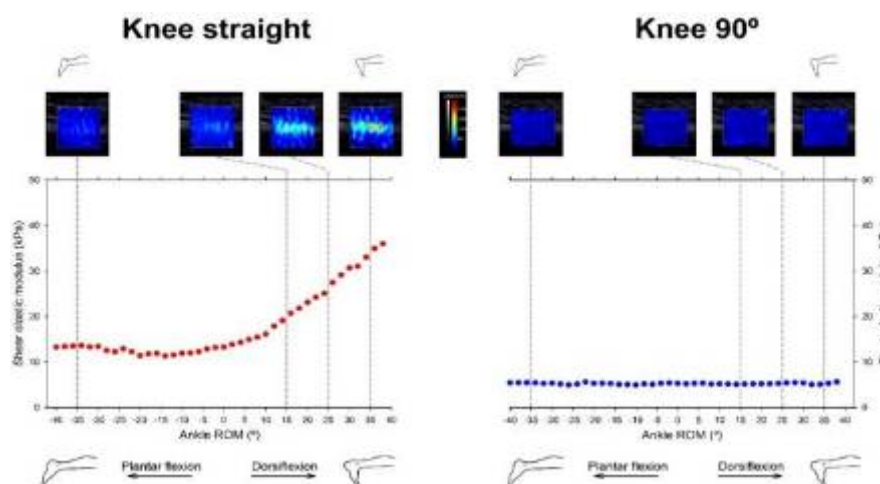


Figure 1. (Colour outline). Typical example of changes in nerve shear modulus during passive ankle dorsiflexion for knee straight and knee 90°

References

- Andrade, R. J., Lacourpaille, L., Freitas, S. R., McNair, P. J., & Nordez, A. (2015). Effects of hip and head position on ankle range of motion, ankle passive torque, and passive gastrocnemius tension. *Scand J Med Sci Sports*. doi: 10.1111/sms.12406
- Bercoff, J., Tanter, M., & Fink, M. (2004). Supersonic shear imaging: a new technique for soft tissue elasticity mapping. *IEEE Trans Ultrason Ferroelectr Freq Control*, 51(4), 396-409.
- Eby, S. F., Song, P., Chen, S., Chen, Q., Greenleaf, J. F., & An, K. N. (2013). Validation of shear wave elastography in skeletal muscle. *J Biomech*, 46(14), 2381-2387. doi: 10.1016/j.jbiomech.2013.07.033
- Silva, A., Manso, A., Andrade, R., Domingues, V., Brandao, M. P., & Silva, A. G. (2014). Quantitative in vivo longitudinal nerve excursion and strain in response to joint movement: A systematic literature review. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 29(8), 839-847. doi: 10.1016/j.clinbiomech.2014.07.006
- Topp, K. S., & Boyd, B. S. (2006). Structure and biomechanics of peripheral nerves: nerve responses to physical stresses and implications for physical therapist practice. *Phys Ther*, 86(1), 92-109.

Influence du statut pondéral sur le trabecular bone score chez des jeunes hommes

Marie Louise Ayoub¹, César El Khoury¹, Eddy Zakhem¹, Antonio Pinti², Eric Lespessailles², Hechmi Toumi², Bernard Cortet^{3,4} et Rawad El Hage¹

1. Department of Physical Education, Faculty of Arts and Social Sciences, University of Balamand, Lebanon.
2. I3MTO, EA4708, Université d'Orléans, 1, Rue Porte-Madeleine, Orléans, BP 2439, 45032 Cedex 1, France.
3. University Lille (ULCO, USTL, Lille2), Lille, France; Department of Rheumatology, Centre Hospitalier Universitaire Régional, Lille, France.
4. University Lille (ULCO, USTL, Lille2), Lille, France; Physiopathology of Inflammatory Bone diseases, EA4490, Boulogne sur Mer, France.
ayoubmarielouise@yahoo.com

Introduction

Actuellement, différentes méthodes permettent d'évaluer la microarchitecture osseuse mais certaines d'entre elles sont très coûteuses et irradiantes et donc ne peuvent pas être utilisées couramment dans la pratique clinique (Ducher et Blimkie, 2006). Récemment, la méthode TBS (ou trabecular bone score) a été développée afin de donner des indications sur la microarchitecture osseuse trabéculaire du rachis lombaire (Hans et coll., 2011). Cependant, il existe très peu de données sur les déterminants du TBS chez les jeunes adultes. L'objectif de cette étude est d'explorer les effets du statut pondéral sur le trabecular bone score (TBS) chez des jeunes hommes. Etant donné les faibles corrélations retrouvées entre la DMO et le TBS dans une étude antécédente (El Hage et coll., 2014), notre hypothèse serait que la surcharge pondérale n'influence pas significativement les valeurs de TBS contrairement à la DMO.

Méthodes

67 jeunes hommes (âgés de 18 à 30 ans) de nationalité Libanaise ont participé à cette étude. Le poids et la taille ont été mesurés, et l'indice de masse corporelle (IMC) a été calculé. Les sujets ont été répartis en trois groupes (groupe obèse, groupe en surpoids, groupe normo-pondéré) en fonction de l'indice de masse corporelle. La composition corporelle, le contenu minéral osseux, la densité minérale osseuse et le TBS au niveau du rachis lombaire (L1-L4) ont été mesurés par DXA.

Résultats

Le poids, l'IMC, le CMO CE et la DMO CE étaient significativement différents entre les trois groupes (obèse, en surpoids et normo-pondéré) en utilisant une analyse de variance à une voie (ANOVA). Dans la population entière (n = 67), le poids et l'IMC étaient positivement corrélés aux valeurs de CMO et de DMO mais pas aux valeurs de TBS. Après ajustement pour le poids ou l'IMC, en utilisant une analyse de covariance (ANCOVA), il n'y avait plus de différences entre les trois groupes au niveau du CMO CE et de la DMO CE.

Tableau 1 : Caractéristiques de la population étudiée

	OB (n = 12)	SUR (n = 32)	NOR (n = 23)
Age (ans)	22,0 ± 1,9	22,7 ± 3,1	22,2 ± 2,8
Poids (kg)	103,2 ± 14,1 *	84,0 ± 8,8 @	67,4 ± 8,3 \$
Taille (cm)	176,5 ± 8,2	176,3 ± 7,0	174,0 ± 7,9
IMC (kg/m ²)	33,0 ± 3,4 *	26,9 ± 1,4 @	22,2 ± 2,7 \$
CMO CE (g)	3349 ± 462 *	3078 ± 417 @	2811 ± 327 \$

DMO CE (g/cm ²)	1,317 ± 0,154 *	1,233 ± 0,096 @	1,158 ± 0,093 \$
DMO L1-L4 (g/cm ²)	1,281 ± 0,237	1,249 ± 0,143	1,194 ± 0,144
TBS	1,367 ± 0,112	1,348 ± 0,080	1,401 ± 0,084
DMO HE (g/cm ²)	1,198 ± 0,185	1,136 ± 0,127	1,102 ± 0,136
DMO CF (g/cm ²)	1,208 ± 0,112	1,139 ± 0,122	1,094 ± 0,171

OB: Groupe obèse ; SUR : Groupe en surpoids ; NOR : Groupe normo-pondéré ; IMC : Indice de Masse Corporelle ; CMO : Contenu Minéral Osseux ; CE : Corps Entier ; DMO : Densité Minérale Osseuse ; TBS : Trabecular Bone Score ; HE : Hanche Entière ; CF : Col Fémoral ; * Différences significatives entre le groupe obèse et le groupe normo-pondéré, P < 0,05 ; @ Différences significatives entre le groupe obèse et le groupe en surpoids, P < 0,05 ; \$ Différences significatives entre le groupe en surpoids et le groupe normo-pondéré, P < 0,05.

Conclusion

Cette étude suggère que l'obésité et le surpoids n'influencent pas positivement les valeurs de TBS chez les jeunes hommes. Le poids et l'IMC ne sont pas des déterminants positifs du TBS dans la population étudiée.

Références

- Ducher, G., Blimkie, C.J. (2006). Adaptations architecturales du tissu osseux en réponse à l'exercice physique : intérêts et limites des méthodes non invasives utilisées chez l'homme. *Science et Sports* 26, 255-267.
- El Hage, R., Khairallah, W., Bachour F., Issa, M., Eid, R., Fayad, F., Yared, C., Zakhem, E., Adib, G., Maalouf, G. (2014). Influence of age, morphological characteristics, and lumbar spine bone mineral density on lumbar spine trabecular bone score in Lebanese women. *Journal of Clinical Densitometry*, 17(3), 434-435.
- Hans, D., Goertzen, A.L., Krieg, M.A., Leslie, W.D. (2011). Bone microarchitecture assessed by TBS predicts osteoporotic fractures independent of bone density: the Manitoba study. *Journal of Bone and Mineral Research*, 26(11), 2762-2769.

La déficience en myostatine dans le muscle squelettique modifie la composition lipidique des membranes mitochondriales

Narjes Baati¹, Christine Feillet-Coudray¹, Gilles Fouret¹, Barbara Vernus¹, Beatrice Bonafos¹, Charles Coudray¹, Anne Bonnieu¹ et Christelle Ramonatxo¹

¹ Laboratoire « Dynamique Musculaire et Métabolisme » (UMR866), Université Montpellier-INRA
narjes.baati@supagro.inra.fr

Introduction

La myostatine (mstn) ou GDF-8, est un régulateur négatif de la masse musculaire. Son inactivation génétique, pharmacologique ou naturelle induit un phénotype d'hypertrophie musculaire dans différentes espèces (Mcpherron et al., 1997). Inhiber la mstn constitue donc une stratégie thérapeutique dans la lutte contre l'atrophie musculaire rencontrée dans de nombreuses maladies (myopathie, cancer, obésité, maladie chronique, sarcopénie...) avec des essais cliniques en cours (Smith et al. 2013). Des travaux récents montrent qu'au-delà de cet impact structurel, l'inhibition de mstn est associée à des modifications métaboliques majeures (Ploquin et al., 2012, Amthor et al., 2007): diminution du nombre et de la fonction respiratoire des mitochondries, réduction de l'activité des enzymes et des facteurs de transcription impliqués dans la phosphorylation oxydative, et perte de masse grasse. Ces modifications métaboliques sont accompagnées de perturbation de la fonction contractile du muscle squelettique et des capacités de course. Le shift glycolytique des fibres musculaires est un mécanisme avancé dans l'apparition de ces troubles. Cependant, des études récentes montrent la présence d'altération métabolique dans des modèles d'inhibition de la mstn sans shift phénotypique (Relizani et al., 2014). D'autres mécanismes sont évoqués. Or, les membranes musculaires qui assurent le maintien de l'architecture de la fibre musculaire ainsi que les membranes mitochondriales, dans lesquelles sont enchâssés les complexes enzymatiques de la chaîne respiratoire, sont constituées de lipides et phospholipides. Sachant que la souris KO mstn présente une réduction significative de masse grasse, nous supposons l'existence d'une altération de la composition lipidique des membranes musculaires et mitochondriales chez la souris KO mstn, qui pourrait participer aux altérations métaboliques et contractiles.

Méthodologie

Un premier lot de souris WT (n=10) et KO mstn (n=10) a été utilisé pour extraire les mitochondries des muscles de la patte. Une analyse par chromatographie à couche mince (CCM) a été ensuite utilisée afin de séparer les différents composants organiques en phospholipides (Figure 1). La quantification des fractions de phospholipides mitochondriaux est ensuite analysée par scanner. La quantification des lipides neutres et des réserves lipidiques (triglycérides), a été effectuée sur un second lot de souris identique au premier par analyse CCM. Les résultats sont représentés en Moy ± ET. Après vérification de la normalité des données, un test T-student pour des groupes indépendants a été utilisé pour comparer les moyennes.

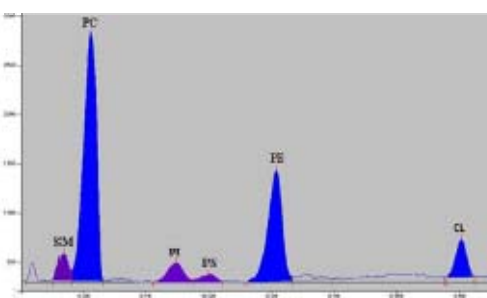


Figure 1. Exemple de chromatogramme obtenu par analyse chromatographique sur couche mince. Cette technique permet de séparer les différents phospholipides mitochondriaux avec SM : sphingomyéline, PC : phosphatidylcholine, PI : phosphatidylinositol, PS : phosphatidylsérine, PE : phosphatidyléthanolamine, CL : Cardiolipine.

Résultats

Les résultats montrent dans le gastrocnémien une diminution de la quantité d'acides gras libres totaux (-12%, $p < 0,01$) et une chute très significative du contenu en triglycérides (-70%) (Figure 2) dans le groupe KO *mstn* comparé au groupe WT, indiquant une réduction de la lipogenèse dans le muscle déficient en myostatine. Au niveau des membranes mitochondriales, nous observons dans le tissu musculaire déficient en myostatine une augmentation en contenu de trois phospholipides : la Phosphatidylinositol (+10%), la Phosphatidylserine (+20%) et la Sphingomyeline (+30%). A l'inverse, une chute du contenu en Cardiolipine (-13%) (Figure 3) est observée. Or, ce phospholipide joue un rôle fondamental dans la stabilisation de la chaîne respiratoire mitochondriale dans la membrane interne de la mitochondrie, et donc dans la fonction mitochondriale.

[Triglycérides] en $\mu\text{g/g}$ muscle

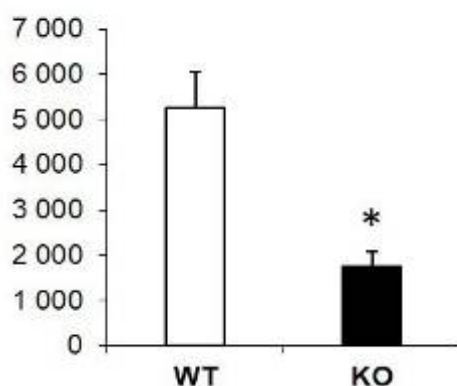


Figure 2 : Contenu en triglycérides dans le muscle gastrocnémien chez les souris contrôles (WT) et les souris KO myostatine (KO). * $p < 0,05$ vs WT (n=8 dans chaque groupe)

[Cardiolipine] en nmol/phosphore

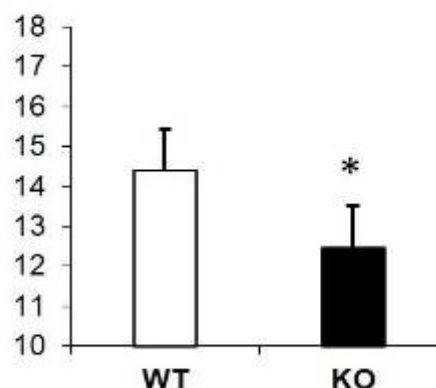


Figure 3: Concentration de Cardiolipine mitochondriale chez les souris contrôles (WT) et les souris KO myostatine (KO). * $p < 0,05$ vs WT (n=8 dans chaque groupe)

En conclusion, ce travail montre que la déficience en myostatine dans le muscle squelettique modifie la composition lipidique des membranes, avec à la fois une réduction majeure de contenu en cardiolipine au niveau de la membrane mitochondriale et en triglycérides au niveau de la fibre musculaire. Ces résultats ouvrent sur l'exploration de la lipogenèse dans le tissu musculaire déficient en myostatine et sur l'impact fonctionnel de cette spécificité membranaire mitochondriale.

Références

- Mc Pherron, AC., M.Lawler, A., & Lee, Se-Jin. (1997). Régulation of skeletal muscle mass in mice by a new TGF- β superfamily member. *Nature*, 387, 83-90.
- Smith, RC. & Lin, BK. (2013). Myostatin inhibitors as therapies for muscle wasting associated with cancer and other disorders. *Current Opinion*, 7(4), 352-360.
- Ploquin, C., Chabi, B., Fouret, G., Feillet-Coudray, C., Coudray, C., Bonniou, A. & Ramonatxo, C., (2011). Lack of myostatin alters intermyofibrillar mitochondria activity, unbalances redox status, and impairs tolerance to chronic repetitive contractions in muscle. *American physiological society*, 302(8), 1000-1008.
- Amthor, H., Macharia, R., Navarrete, R., Schuelke, M., Brown, SC., Otto, A., Voit, T., Muntoni, F., Partridge, T., Zammit, P., Bunger, L., & Patel, K., (2007, Février). Lack of myostatin results in excessive muscle growth but impaired force generation, *PNAS* 104(6) 1835-1840.
- Relizani, K., Mouisel, E., Giannesini, B., Hourdé, C., Patel, K., Gonzalez, SM., Jülich, K., Vignaud, A., Piétri-Rouxel, F., Fortin, Ritvos, O., Bendahan, D., Ferry, A., Ventura-Clapier, R., Schuelke, M., & Amthor, H. (2014). Blockade of ActRIIB Signaling Triggers Muscle Fatigability and Metabolic Myopathy, *Molecular Therapy* 22(8):1423-33.

Dépense énergétique et coordinations posturales de l'Homme sur un cheval mécanique

Héloïse Baillet¹, David Leroy¹, Eric Vérin², Claire Tourny-chollet¹, Nicolas Benguigui³ et Régis Thouvarecq¹

¹ Laboratoire CETAPS (Centre d'Etude des Transformations des Activités Physiques et Sportives) (EA 3832), UFR STAPS, Université de Rouen.

² Centre Régional de Médecine Physique et de Réadaptation « Les Herbières », Bois-Guillaume.

³ Laboratoire CESAMS (EA 4260), UFR STAPS, Université de Caen.

heloise.baillet1@univ-rouen.fr

Introduction

Le cheval mécanique est un nouvel outil utilisé dans la rééducation ou en tant que moyen de préparation à l'équithérapie pour des personnes atteintes de handicap, mais aussi dans un but de performance sportive afin d'améliorer les postures des cavaliers. Toutefois, à ce jour, la littérature scientifique ne propose pas de caractérisation des contraintes physiologiques (Devienne & Guezennec, 2000), ni de description des coordinations posturales (Komar, Sanders, Chollet, & Seifert, 2014) induites par ce dispositif. Il s'agit là de la première étape d'un projet de recherche plus étendu qui s'intéressera plus particulièrement à l'utilisation du cheval mécanique au service de patients atteints de paraplégie. Les objectifs principaux de cette étude en cours sont donc de mesurer la dépense énergétique et de qualifier les coordinations posturales à différentes fréquences d'oscillation du cheval mécanique chez des sujets non porteurs de handicap et de déterminer comment l'expérience équestre modifie ces paramètres (Lagarde, Peham, Licka, & Kelso, 2005).

Méthodes

La population est composée de 22 sujets, 11 dans le groupe cavaliers (C) et 11 dans le groupe non-cavaliers (NC). L'analyse des échanges gazeux respiratoires a été réalisée grâce au système portable K₄b² qui permet de mesurer les échanges gazeux en mode cycle à cycle. Pour l'évaluation de la posture, le système OptiTrack, équipé de 10 caméras (100Hz) a été utilisé.

Chaque sujet était équipé du système K₄b² et de 15 mires positionnées sur différents points anatomiques afin de calculer des angles (l'angle du coude ainsi que les angles formés par la tête et la verticale et le tronc et la verticale). Une 16^{ème} mire était positionnée sur le dos du cheval, derrière la selle. Les participants devaient se tenir sur le cheval mécanique à 4 fréquences d'oscillation différentes : V0 (57,7 osc.min⁻¹) pendant 3 minutes, V1 (88,2 osc.min⁻¹) 6 minutes, V2 (103,5 osc.min⁻¹) 6 minutes et V3 (150 osc.min⁻¹) 6 minutes. A chaque fréquence et pour chaque participant, la consommation d'O₂ (VO₂) et la fréquence cardiaque (FC) ont été relevées. Le quotient respiratoire (QR) a également été calculé (VCO₂/VO₂) afin de savoir si le sujet se trouve en aérobie (QR<1) ou en anaérobie (QR>1). Les coordinations posturales ont été caractérisées par le calcul des phases relatives (tronc/cheval, tête/cheval et coude/cheval) qui permettent de résumer les coordinations en terme de phase ($\approx 0^\circ$ et 360°), d'antiphase ($\approx 180^\circ$) ou de décalage de phase.

Une analyse de variances (ANOVA) à mesures répétées a été utilisée (expertise x vitesse) pour les variables : FC, VO₂ et QR. Pour les coordinations posturales, le calcul de l'erreur absolue a permis de réduire l'étendue des données de 360° à 180° et d'utiliser les statistiques linéaires. Le même modèle statistique a donc été employé.

Résultats

Aucune différence significative de dépense énergétique n'a été observée entre les deux groupes (VO₂ : p = 0,50 ; FC : p = 0,10), et ce quelles que soient les conditions. Si l'analyse statistique ne montre pas d'effet significatif au niveau du QR, il apparaît en revanche que les sujets NC passent en anaérobie lactique lorsque la vitesse d'oscillation augmente (à V3 = 1,07±0,26) alors que les C restent en aérobie (à V3 = 0,95±0,10) (figure 1).

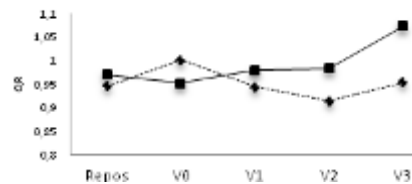


Figure 1. Valeurs du quotient respiratoire (QR) pour le groupe C (trait pointillé) et NC (trait plein).

En ce qui concerne la dynamique posturale, des différences significatives en fonction des conditions sont apparues, uniquement pour les participants du groupe NC lorsque la fréquence d'oscillation du cheval mécanique était augmentée (à V3). L'antiphase entre le tronc et le cheval, qui est maintenue chez les cavaliers quelle que soit la fréquence d'oscillation, ne l'est pas pour les non cavaliers ($p < 0,05$) ($169,7^{\circ} \pm 11,8^{\circ}$ à V3 pour les C et $134,56^{\circ} \pm 33^{\circ}$ à V3 pour les NC) (figure 2). La coordination tête/cheval, transite plus rapidement (à partir de V2) d'un décalage de phase vers la phase chez les C que chez les NC ($p < 0,05$). La phase entre le coude et le cheval est maintenue chez les C jusque V3 alors que le coude des NC est en décalage de phase à partir de V1 ($p < 0,05$). En revanche, la variabilité (écart-types des phases relatives) dans les coordinations n'est significativement supérieure chez les NC qu'à V0 dans le couplage tête/cheval ($p < 0,05$). Cependant, l'analyse descriptive de la variabilité tend à démontrer une réelle infériorité de ces dispersions pour chaque couplage.

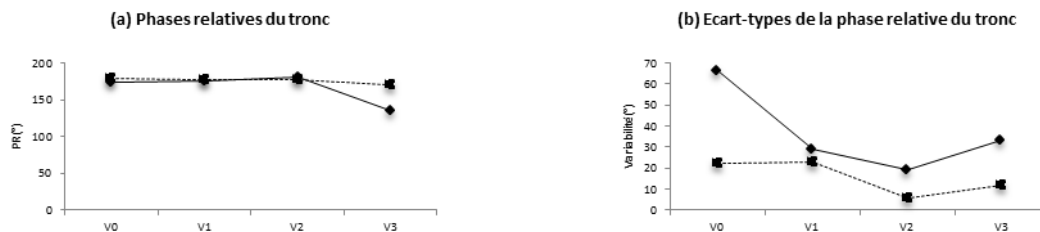


Figure 2. (a) Distribution des phases relatives du tronc par rapport au cheval à V3. (b) Ecart-types de la phase relative du tronc par rapport au cheval. Groupe C (trait pointillé), NC (trait plein).

Discussion

Ces résultats semblent donc indiquer que les sujets du groupe C dépensent autant d'énergie que les sujets du groupe NC. Cependant, les valeurs du QR tendent à montrer des différences entre les deux groupes : les NC se trouvant en anaérobic lactique durant l'épreuve alors que les C sont en aérobie, comme lors de l'activité équestre « réelle », décrite comme une activité à dominante aérobie par Devienne & Guezennec (2000). De plus, l'expertise joue un rôle important concernant la dynamique posturale ; les sujets du groupe NC présentent des modifications dans la coordination (le tronc est en décalage de phase à V3, le coude à partir de V1 et la tête se décale en phase qu'à V3) contrairement aux sujets cavaliers (Lagarde et al., 2005). En revanche, la variabilité des coordinations n'est significativement pas différente d'un groupe à l'autre. La non connaissance du cheval mécanique par les cavaliers peut expliquer ces résultats (Devienne, 2003).

Références

- Devienne, M.-F. (2003). Intérêt de la surveillance de la dépense énergétique par télémétrie : application en physiologie humaine, intérêt en pathologie. *Annales de Biologie Clinique*, 61(2), 199–201.
- Devienne, M. F., & Guezennec, C. Y. (2000). Energy expenditure of horse riding. *Eur J Appl Physiol*, 82(5-6), 499–503.
- Komar, J., Sanders, R. H., Chollet, D., & Seifert, L. (2014). Do qualitative changes in interlimb coordination lead to effectiveness of aquatic locomotion rather than efficiency? *Journal of Applied Biomechanics*, 30(2), 189–196.
- Lagarde, J., Peham, C., Licka, T., & Kelso, J. A. S. (2005). Coordination Dynamics of the Horse Rider System. *Journal of Motor Behavior*, 37(6), 418–424.

Indice de masse grasse viscérale et densité minérale osseuse chez des jeunes adultes libanais

Abdel Jalil Berro, Christophe Jacob et Rawad El Hage

Department of Physical Education, Faculty of Arts and Social Sciences, University of Balamand, Lebanon

abed_phy@hotmail.com

Introduction

La relation entre la masse grasse et la densité minérale osseuse (DMO) dépend de plusieurs paramètres dont l'âge et le sexe (Reid, 2008). Récemment, il a été suggéré que la masse grasse sous-cutanée exerce un effet positif sur la DMO alors que la masse viscérale exerce un effet délétère sur la DMO (Gilsanz et coll., 2009). Plusieurs mécanismes ont été avancés afin de justifier l'influence négative de la masse grasse viscérale sur la DMO (Gilsanz et coll., 2009). Le but de cette étude est d'explorer les corrélations entre les indices de masse grasse viscérale et la masse osseuse chez des jeunes adultes Libanais. Cette étude va aider à comprendre l'influence du type de masse grasse sur la DMO chez les jeunes adultes. La détermination des paramètres qui influencent le pic de masse osseuse est importante dans le domaine de la prévention de l'ostéoporose. Notre hypothèse serait donc qu'il y a un manque d'associations positives entre les indices de masse grasse viscérale et la DMO.

Méthodes

27 femmes et 28 hommes Libanais âgés de 18 à 30 ans ont participé à cette étude. Le poids et la taille ont été mesurés et l'indice de masse corporelle (IMC) a été calculé. La composition corporelle et la densité minérale osseuse (DMO) ont été mesurées par DXA. Les indices de masse grasse viscérale (masse grasse tronculaire/masse grasse totale et masse grasse tronculaire/masse grasse périphérique), de masse maigre (IMM) et de masse grasse (IMG) ont été calculés (Ackerman et coll., 2011 ; El Hage, 2014). Les marqueurs anatomiques qui ont servi à déterminer la zone d'intérêt sont les suivants : le bord supérieur horizontal sous le menton, l'articulation scapulo-humérale et les articulations de la hanche (Ackerman et coll., 2011). Les paramètres osseux mesurés et/ou calculés étaient les suivants : la densité minérale osseuse (DMO) de la hanche entière (DMO HE), la densité minérale osseuse du col fémoral (DMO CF), le contenu minéral osseux du corps entier (CMO CE), le rapport contenu minéral osseux du corps entier / taille (CMO CE/taille), le rapport contenu minéral osseux / masse maigre (CMO/MM) et le rapport contenu minéral osseux/indice de masse maigre (CMO/IMM).

Résultats

Le poids, la taille, la masse maigre, l'indice de masse maigre, le pourcentage de masse grasse, la masse grasse tronculaire et les indices de masse grasse viscérale étaient significativement différents entre les deux groupes (hommes vs. femmes). L'analyse statistique faite sur deux groupes est classique dans ces types d'études (sur l'os) car il y a des différences inter-sexes connues au niveau des paramètres osseux et de la composition corporelle (El Hage et coll., 2009). Les corrélations ont été faites chez les hommes seuls et les femmes seules car dans une étude antécédente, nous avons montré que l'importance relative de la masse maigre et de la masse grasse sur les valeurs de DMO est différente entre filles et garçons (El Hage et coll., 2009).

Chez les femmes, le poids était corrélé positivement au CMO CE, au CMO CE/taille, à la DMO HE et à la DMO CF ($P < 0,05$). La taille était corrélée positivement au CMO CE, au rapport CMO CE/taille et à la DMO CF ($P < 0,001$). L'indice de masse corporelle était corrélé positivement au CMO CE et à la DMO HE ($P < 0,05$). La masse maigre et L'IMM étaient corrélées positivement au CMO CE, au rapport CMO CE/taille, à la DMO HE et à la DMO CF ($P < 0,05$). L'indice de masse

grasse viscérale et la masse grasse tronculaire étaient négativement corrélés aux rapports CMO/masse maigre et CMO/IMM.

Chez les hommes, le poids était corrélé positivement au CMO CE et à la taille ($P < 0,05$). La masse maigre était corrélée positivement au CMO CE, au rapport CMO CE/taille ($P < 0,001$) et à la DMO HE ($P < 0,05$). L'indice de masse maigre était corrélé positivement au CMO CE ($P < 0,05$), au rapport CMO CE/taille ($P < 0,001$), à la DMO HE ($P < 0,01$) et à la DMO CF ($P < 0,05$).

Conclusion

Cette étude suggère que les indices de la masse grasse viscérale ne sont pas corrélés à la DMO chez les jeunes adultes et que la masse maigre et l'indice de masse maigre sont les meilleurs déterminants de la DMO dans cette population. La masse maigre et l'indice de masse maigre exercent des contraintes mécaniques et donc ostéogéniques sur le squelette alors que le tissu adipeux viscéral exerce peu d'effets mécaniques sur le squelette et est associé à des niveaux élevés de cytokines inflammatoires qui exercent des effets néfastes sur l'os.

Références

- Ackerman, K.E., Davis, B., Jacoby, L., Misra, M. (2011) DXA surrogates for visceral fat are inversely associated with bone density measures in adolescent athletes with menstrual dysfunction. *Journal of Pediatric Endocrinology and Metabolism*, 24(7-8), 497-504.
- El Hage, R. (2014) Fat mass index and hip bone mineral density in a group of Lebanese adolescents and young adults. *Journal Médical Libanais*, 62(3), 137-142.
- El Hage, R.P., Courteix, D., Benhamou, C.L., Jacob, C., Jaffré, C. (2009) Relative importance of lean and fat mass on bone mineral density in a group of adolescent girls and boys. *European Journal of Applied Physiology*, 105(5), 759-764.
- Gilsanz, V., Chalfant, J., Mo, A.O., Lee, D.C., Dorey, F.J., Mittelman, S.D. (2009) Reciprocal relations of subcutaneous and visceral fat to bone structure and strength. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 94(9), 3387-3393.
- Reid, I.R. (2008) Relationships between fat and bone. *Osteoporosis International*, 19(5), 595-606.

Contenus musculaires en GLUT4, MCT1 et MCT4 en réponse à l'exercice d'ultra-endurance en course à pied

Phanelie Berthon¹, Laurent Messonnier¹, Léonard Féasson¹, Hervé Dubouchaud² et Guillaume Millet^{3,4}

¹ Université Savoie Mont Blanc, Laboratoire de Physiologie de l'Exercice, 73000 Chambéry

² Université de Lyon, Laboratoire de Physiologie de l'Exercice, 42000 St Etienne

³ Laboratoire de Bioénergétique Fondamentale et Appliquée, INSERM U1055, Université Joseph Fourier, BP 53, 38041 Grenoble cedex 09

⁴ Human performance Laboratory, University of Calgary, Calgary, AB, Canada T2N 1N4

phanelie.berthon@univ-savoie.fr

Introduction

Lors de l'exercice musculaire, une des étapes limitantes de l'utilisation des substrats énergétique est le transport à travers le sarcolemme. Le transport du glucose est facilité grâce à la présence de l'isoforme GLUT4 dans le muscle squelettique. La demi-vie de ce transporteur est d'environ 24h, ce qui suggère une adaptation rapide en réponse à l'exercice (1).

Par ailleurs, le lactate est maintenant reconnu comme un substrat énergétique important à l'exercice (2) et son transport membranaire est facilité par les protéines MCT1 et MCT4.

Des études (parfois contradictoires) ont décrit les changements des contenus musculaires en GLUT4, MCT1 et MCT4 en réponse à l'exercice sous-maximal. Mais à notre connaissance, aucune étude ne s'est intéressée à ces protéines de transport en réponse à des exercices de très longue durée. Le but de notre travail est d'étudier les modifications du contenu musculaire en GLUT4 et MCT1-4 en réponse à un exercice d'ultra-endurance de 24h en course à pied.

Matériels & Méthodes

Dix sujets masculins ($42,5 \pm 2,2$ ans ; $74,9 \pm 2,1$ kg ; $177,6 \pm 1,4$ cm ; $\dot{V}O_{2\max}$ $50,9 \pm 1,7$ mL. min⁻¹. kg⁻¹), habitués des ultra-marathons, ont participé à l'étude. Le protocole consistait en 24h de course sur tapis roulant. Les sujets étaient libres de s'alimenter à volonté pendant l'épreuve et de réguler leur vitesse. Il leur était demandé de réaliser le meilleur kilométrage possible sur 24h.

Des prélèvements sanguins ont été effectués avant et à l'arrêt de l'exercice afin de déterminer la glycémie et la lactatémie.

Des échantillons du muscle *vastus lateralis* ont été obtenus par biopsie avant et à l'arrêt de l'exercice. Des homogénats musculaires ont été préparés et utilisés pour estimer la quantité de protéines GLUT4, MCT1 et MCT4 par Western Blot.

Les résultats sont présentés sous forme de moyennes \pm SEM. Les comparaisons entre échantillons ont été faites à l'aide de tests-t. Une différence était considérée comme significative lorsque $P < 0,05$; une tendance était considérée significative lorsque $0,1 < P < 0,05$.

Résultats

La distance moyenne parcourue sur 24 h de course était de 146 ± 15 km.h⁻¹.

La glycémie était normale chez tous les sujets avant et après l'exercice. La lactatémie tendait à augmenter de 30% ($P = 0,07$) après l'exercice ($1,47 \pm 0,15$ mmol.L⁻¹) par comparaison aux valeurs de repos ($1,17 \pm 0,08$ mmol.L⁻¹).

La quantité totale de protéine GLUT4 baissait significativement après l'exercice (-25%, $P = 0,01$). La quantité de protéines MCT4 tendait à diminuer de 10 % ($P = 0,06$) alors qu'aucune modification de la quantité de protéine MCT1 n'était observée. Enfin, il existait une corrélation positive entre la quantité de MCT1 et la lactatémie pré- et post- exercice (Fig. 1). La performance sur 24h était corrélée avec le pourcentage de variation de MCT1 au cours de l'épreuve (Fig. 2).

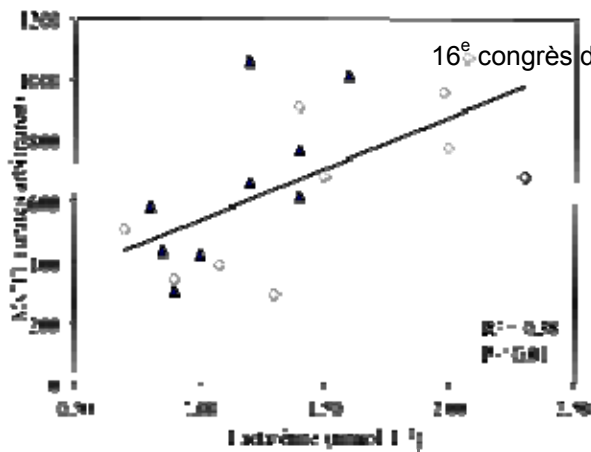


Fig 1. Relation entre la lactatémie et la quantité de protéines MCT1 avant (▲) et après (◆) 24h d'exercice.

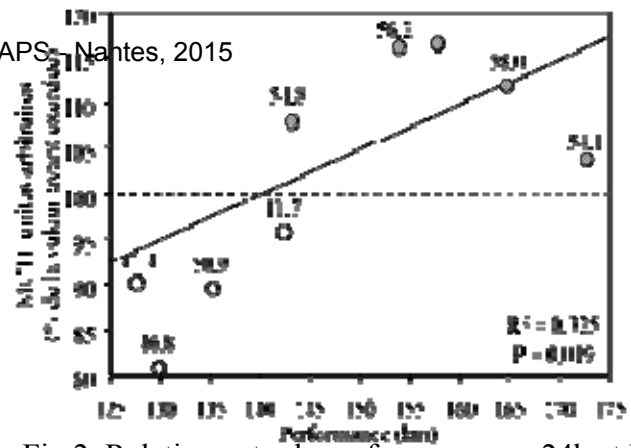


Fig 2. Relation entre la performance sur 24h et le pourcentage de variation de la quantité de protéine MCT1 par rapport aux valeurs de repos. Les chiffres indiquent la valeur de $\dot{V}O_{2max}$ (mL. min⁻¹. kg⁻¹) individuelle.

Discussion

L'importance du glucose et du lactate comme substrat énergétique lors d'efforts sous-maximaux n'est plus à démontrer, cependant, les études concernant le contrôle du métabolisme énergétique lors exercices de très longue durée sont rares.

La diminution de la quantité de transporteur membranaire du glucose, GLUT4, à la fin d'un exercice de 24h suggère une moindre capacité à faire entrer, et à oxyder, le glucose dans la cellule musculaire. Ce résultat est en accord avec la diminution relative du métabolisme glucidique (au profit des substrats lipidiques) observée lorsque l'exercice se prolonge (3) et pourrait être un des facteurs participant au maintien de la glycémie lors des exercices d'ultra-endurance.

L'utilisation du lactate comme substrat énergétique dépend de plusieurs facteurs dont sa disponibilité et son transport à travers la membrane cellulaire (4). Malgré une quantité de MCT1 et MCT4 inchangé, l'augmentation de la lactatémie à la fin de l'exercice suggère une meilleure disponibilité du lactate pour répondre à la demande énergétique.

D'autre part, des réponses à l'exercice différentes semblent exister selon les sujets. La figure 1 montre que les sujets ayant les lactatémies les plus élevées sont ceux ayant les contenus musculaires en MCT1 les plus importants. MCT1 est souvent décrit comme facilitant l'entrée du lactate dans la cellule musculaire (2). Un plus grand nombre de MCT1 pourrait donc favoriser l'entrée du lactate dans la cellule musculaire et son utilisation comme substrat énergétique.

De plus, les sujets ayant la plus haute $\dot{V}O_{2max}$ et ayant fait les meilleures performances sur 24h sont ceux qui présentent une augmentation de la quantité de MCT1 musculaire à la fin de l'exercice de 24h (Fig.2). Ceci suggère un rôle important de l'entraînement dans l'utilisation musculaire du lactate.

References

- 1- Ren, J.M., Semenkovich, C.F., Gulve, E.A., Gao, J. & Holloszy, J.O. (1994). Exercise induces rapid increases in GLUT4 expression, glucose transport capacity, and insulin-stimulated glycogen storage in muscle. *J. Biol. Chem.* 269, 14396–14401.
- 2- Thomas, C., Bishop, D.J., Lambert, K., Mercier, J. & Brooks, G.A. (2012). Effects of acute and chronic exercise on sarcolemmal MCT1 and MCT4 contents in human skeletal muscles: current status. *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.* 302, R1–14.
- 3- Stewart, I.B. & Stewart, K.L. (2007). Energy balance during two days of continuous stationary cycling. *J Int Soc Sports Nutr.* 4, 15.
- 4- Van Hall G., Jensen-Urstad M., Rosdahl H., Holmberg H.C., Saltin B. & Calbet J.A. (2003) Leg and arm lactate and substrate kinetics during exercise. *Am. J. Physiol.* 284(1): 193-205.

Effets de l'immobilisation de courte durée sur la compréhension des mots d'action

Christel Bidet-Ildei¹, Aurore Meugnot¹ et Lucette Toussaint¹

¹ Centre de Recherches sur la Cognition et l'Apprentissage (CNRS UMR 7295), Université de Poitiers, France

christel.bidet@univ-poitiers.fr

Introduction

Depuis une dizaine d'année de nombreuses expériences ont montré que le système sensori-moteur est sollicité lorsque l'on doit traiter des mots d'action (voir Fischer & Zwaan, 2008 pour une revue). Ainsi, la compréhension d'un mot d'action impliquerait l'activation de représentations sensori-motrices spécifiques liées à la production et/ou à l'observation d'une action équivalente (e.g., Bidet-Ildei, Sparrow, & Coello, 2011). De manière intéressante, cette activation est somatotopique. Par exemple, le traitement de mots reliés à un mouvement de la main comme « lancer », active spécifiquement la zone dédiée aux mouvements de la main sur l'homoculus moteur (Hauk, Johnsrude, & Pulvermuller, 2004). Par ailleurs, plusieurs expériences ont montré que l'immobilisation d'un membre durant 24H était suffisante pour modifier les représentations sensori-motrices liée à l'utilisation de ce membre (Toussaint & Meugnot, 2013). Dans ce contexte, l'objectif de notre expérience était de montrer que l'immobilisation de courte durée de la main affecte la compréhension de mots d'action reliés à un mouvement de la main.

Méthode

Trente six étudiants droitiers, âgés de 18-30 ans, ont participé à cette expérience en tant que participants immobilisés ou contrôles. Les participants immobilisés portaient une attelle rigide et un gilet d'immobilisation empêchant tout mouvement de la main et du bras droit pendant 24 heures. Une tâche de décision sémantique était réalisée sitôt l'attelle et le gilet d'immobilisation retirés. Une tâche identique était réalisée par les participants du groupe contrôle. Lors de cette tâche, les participants devaient identifier le plus rapidement possible et sans faire d'erreur si les verbes qui s'affichaient à l'écran impliquaient une action des mains (ex: écrire, coudre, jeter) ou des pieds (ex: courir, sauter, enjamber). Les sujets ont eu à identifier 132 verbes au total, dont 22 impliquaient les mains et 22 les pieds (3 essais par verbes), présentés de façon aléatoire. La fréquence des mots, ainsi que le nombre de lettres et de syllabes étaient identiques pour les deux catégories de verbes utilisés. Des ANOVAs ont été réalisées sur la précision (%) et les temps de réponse (ms) [2 Groupes (contrôle vs. immobilisé) x 2 Verbes (main vs. pied)]. Des analyses de comparaisons *a posteriori* ont été réalisées le cas échéant (test de Newman-Keuls).

Résultats

L'analyse de la précision des réponses ne révèle pas de différences liées au Groupe ou au Verbes ($p > .12$), la performance avoisinant les 98% de réussite ($SD=2\%$). L'analyse des temps de réponse met en évidence un effet principal du Verbe, $F(1,34)=14.6$, $p=.001$, $\eta^2p=.30$, ainsi qu'une interaction significative entre les facteurs Groupe et Verbe, $F(1,34)=7.27$, $p=.011$, $\eta^2p=.18$. Comme on peut le voir sur la Figure 1, les participants du groupe contrôle mettent plus de temps à identifier les verbes sollicitant les pieds que ceux sollicitant les mains (Newman-Keuls, $p=.0001$), cette différence pied-main disparaissant dans le groupe immobilisé ($p=.43$).

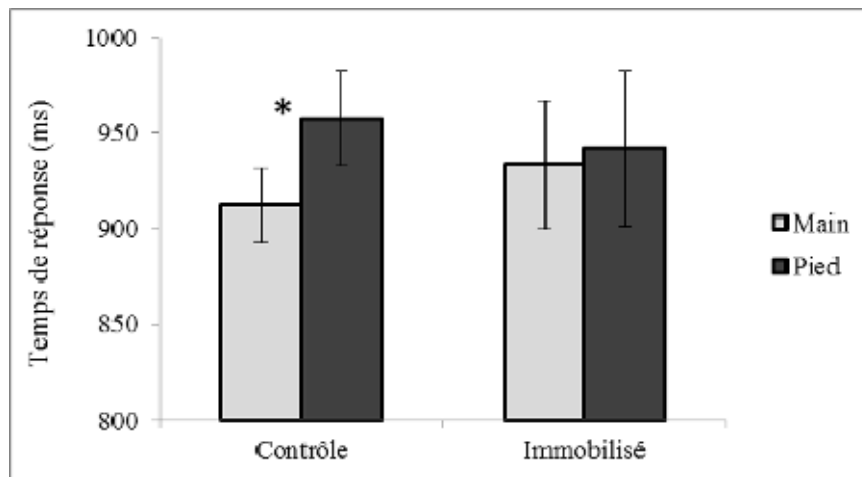


Figure 1. Temps de réponse (ms) en fonction du Groupe (contrôle vs. immobilisé) et du Verbe (Main vs. Pied).

Les barres d'erreur indiquent les erreurs-types et l'Astérisque une différence significative à $p < .05$.

Conclusion

Les résultats de cette étude montrent l'existence d'une plus grande rapidité dans le jugement des mots d'action impliquant les mains (vs. les pieds) chez les sujets non immobilisés. Cette rapidité pourrait résulter d'une activation plus importante du système sensori-moteur dans le traitement de verbes d'action sollicitant la main, cette sur-activation étant liée à la plus grande expérience motrice des mouvements manuels (Lyons et al., 2010). Dans le groupe immobilisé, la différence main-pied disparaît indiquant qu'une immobilisation de 24H de la main affecte le recrutement du système sensori-moteur lors du jugement sémantique de verbes impliquant des mouvements manuels. Ce résultat est en accord avec les données montrant que l'immobilisation de courte durée provoque une mise en veille du système sensori-moteur (Toussaint & Meugnot, 2013) et confirme l'idée que la compréhension des mots d'action passe par l'activation de représentations sensori-motrices spécifiques (Bidet-Ildei et al., 2011).

Une expérience est actuellement en cours pour déterminer plus précisément les effets de l'immobilisation dans une tâche de décision sémantique à partir d'un protocole pré-/post-test. L'objectif de cette deuxième expérience est de confirmer l'existence de temps de réponse plus lents lors de l'identification de verbes impliquant le segment corporel immobilisé.

Références

- Bidet-Ildei, C., Sparrow, L., & Coello, Y. (2011). Reading action word affects the visual perception of biological motion. *Acta Psychologica (Amst)*, *137*(3), 330-334. doi: 10.1016/j.actpsy.2011.04.001
- Fischer, M. H., & Zwaan, R. A. (2008). Embodied language: a review of the role of the motor system in language comprehension. *Quarterly Journal of Experimental Psychology (Colchester)*, *61*(6), 825-850.
- Hauk, O., Johnsrude, I., & Pulvermuller, F. (2004). Somatotopic representation of action words in human motor and premotor cortex. *Neuron*, *41*(2), 301-307.
- Lyons, I. M., Mattarella-Micke, A., Cieslak, M., Nusbaum, H. C., Small, S. L., & Beilock, S. L. (2010). The role of personal experience in the neural processing of action-related language. *Brain and Language*, *112*(3), 214-222. doi: 10.1016/j.bandl.2009.05.006
- Toussaint, L., & Meugnot, A. (2013). Short-term limb immobilization affects cognitive motor processes. *Journal of Experimental Psychology: Learning Memory & Cognition*, *39*(2), 623-632. doi: 10.1037/a0028942

Validation de l'Échelle de Motivation envers l'Activité Physique à des fins de Santé (EMAPS)

Julie Boiché¹, Mathieu Gourlan¹, David Trouilloud² et Philippe Sarrazin²

¹ Laboratoire Epsilon (EA 4556), UFR STAPS, Université de Montpellier

² Laboratoire SENS (EA 3742), UFR STAPS, Université Grenoble Alpes
julie.boiche@umontpellier.fr

Introduction

La Théorie de l'Autodétermination (TAD ; Ryan & Deci, 2008) est un paradigme qui s'est étoffé au cours des dernières décennies pour aboutir à la formulation de cinq mini-théories relatives aux propriétés, antécédents et conséquences de la motivation humaine. De nombreux travaux supportent l'intérêt de ce cadre théorique dans le contexte de l'activité physique (AP) considérée comme un comportement de santé. Cette ligne de recherche reste pourtant limitée à l'heure actuelle en raison des caractéristiques des questionnaires disponibles: (1) plusieurs outils ne mesurent pas l'intégralité des formes de motivation supposées par la théorie (e.g., absence de la motivation intrinsèque dans le TSRQ, Levesque et al., 2007); (2) la plupart des échelles ont été validées en anglais; (3) les outils disponibles en français sont adaptés à des contextes de pratique traditionnels comme le sport (EMS ; Brière et al., 1995) ou l'exercice (BREQ, Markland & Tobin, 2004). L'**objectif** de ce projet était de valider en français un questionnaire de motivation incluant les six construits au cœur de la TAD (motivation intrinsèque ; régulations intégrée, identifiée, introjectée, externe ; et amotivation), et dont le contenu (voir Tableau 1) reflète des motifs de pratique liés à la santé.

Étude 1

L'objectif de cette étude était de proposer un pool préliminaire d'items et d'en examiner la clarté. Quatre experts du domaine ont sélectionné les items les plus simples et les plus pertinents pour le contexte de l'AP considéré comme un comportement de santé sur la base des outils existant dans le cadre de la TAD (EMS, Brière et al., 1995; TRSQ; Levesque et al., 2007 ; EMS, Li, 1999 ; BREQ; Markland & Tobin, 2004 ; REBS, Pelletier, Dion, Slovincic-d'Angelo, & Reid, 2004). Des items supplémentaires ont été formulés pour obtenir cinq items pour chaque forme de motivation. La clarté de ces 30 items a été vérifiée dans un échantillon d'adultes (N = 20 dont 15 adultes sains et 5 personnes obèses).

Étude 2

L'objectif de cette étude était d'examiner la structure factorielle de la version préliminaire. Trois-cent-neuf personnes (dont 160 femmes et 121 hommes; $M_{\text{âge}} = 51,1$) pratiquant diverses AP dans un cadre personnel et/ou de réhabilitation ($M = 227$ min / semaine) ont été volontaires pour remplir le questionnaire. Une échelle de Likert allant de 1, « pas du tout d'accord » à 7, « tout à fait d'accord » était utilisée pour chaque item, en réponse à la question « De façon générale, pourquoi faites-vous de l'AP ? ». Après des traitements préliminaires (données manquantes, distribution des scores, multicollinéarité), les analyses ont été conduites sur 278 participants. Une analyse factorielle confirmatoire (AFC) a révélé un ajustement insatisfaisant des données au modèle : $\chi^2(390) = 1081,69$, $p < .001$, $\chi^2 / df = 2.77$; CFI = .83, IFI = .83, TLI = .81; RMSEA = .080; 90%CI [.074-.086]. L'examen des poids factoriels a permis d'identifier les 2 items saturant le moins sur chacun des facteurs. Une seconde AFC conduite sur 18 items a révélé un ajustement satisfaisant: $\chi^2(120) = 277,83$, $p < .001$, $\chi^2 / df = 2.31$; CFI = .94, IFI = .94, TLI = .92; RMSEA = .069; 90%CI [.068-.080].

Étude 3

L'objectif de cette étude était d'examiner (1) la structure factorielle de la version à 18 items avec un autre échantillon, ainsi que (2) sa validité concomitante et sa stabilité temporelle. Cent quatre-vingt-onze personnes (dont 54 femmes et 116 hommes; $M_{\text{âge}} = 54$) pratiquant diverses AP dans un cadre personnel et/ou de réhabilitation ($M = 332$ min / semaine) ont été volontaires.

Certains (N = 110) ont également complété l'échelle de satisfaction des besoins en contexte sportif

(BPNS; Gillet, Rosnet, & Vallerand, 2008) ; d'autres (N = 134) ont complété à nouveau l'échelle de motivation deux semaines après la première passation.

Tableau 1. Exemples d'items issus de la version finale de l'EMAPS (18 items)

Motivation Intrinsèque	Pour le plaisir que je ressens lorsque je pratique des AP
Régulation intégrée	Parce que je considère que faire de l'AP est une partie de mon identité
Régulation identifiée	Parce que je pense que l'AP me permettra de me sentir mieux
Régulation introjectée	Parce que je me sentirais mal si je ne faisais pas cet effort
Régulation externe	Pour ne pas avoir à entendre les reproches de certaines personnes
Amotivation	Je n'en ai aucune idée, je crois que ça ne me sert à rien

Après des traitements préliminaires, les analyses ont été conduites sur 184 participants. Une AFC a indiqué un ajustement satisfaisant : $\chi^2(120) = 226,46, p < .001, \chi^2/df = 1.89$; CFI = .93, IFI = .93, TLI = .90; RMSEA = .069; 90%CI [.055-.083]. Les alphas de Cronbach variaient de .63 à .90 (M = .78). Des corrélations positives ont été observées entre les besoins psychologiques et les formes autodéterminées de motivation, alors que des corrélations négatives ont été observées entre d'une part, les besoins psychologiques et d'autre part, la régulation externe et l'amotivation. Les tests t pour échantillons indépendants n'ont pas indiqué de différence significative entre les passations ($-1,66 < t_s < 0,03$; $p > .10$).

Conclusion

Ce travail de développement et de validation indique que l'EMAPS est un outil dont la validité interne au regard de la TAD (structure en 6 facteurs), la validité externe concomitante, et la fiabilité (consistance interne et stabilité test-retest) sont attestées. De futures études pourraient apporter des éléments complémentaires sur sa validité théorique (discriminante ou convergent) et externe (e.g., lien avec le comportement spontané d'activité physique ; sensibilité suite à une manipulation des caractéristiques du climat motivationnel), mais elle peut d'ores et déjà être utilisée pour des recherches dans le contexte de la prévention / réhabilitation par l'AP.

Références

- Brière, N.M., Vallerand, R.J., Blais, M.R., & Pelletier, L.G. (1995). Développement et validation d'une mesure de motivation intrinsèque, extrinsèque et d'amotivation en contexte sportif : l'Echelle de Motivation dans les Sports (EMS). *International Journal of Sport Psychology*, 26, 465–489.
- Gillet, N., Rosnet, E., & Vallerand, R.J. (2008). Développement d'une échelle de satisfaction des besoins fondamentaux en contexte sportif. *Canadian Journal of Behavioral Science*, 40, 230–237.
- Levesque, C. S., Williams, G. C., Elliot, D., Pickering, M. A., Bodenhamer, B., & Finley, P. (2007). Validating the theoretical structure of the Treatment Self-Regulation Questionnaire (TSRQ) across three different health behaviors. *Health Education Research*, 22, 691–702.
- Li, F. (1999). The exercise motivation scale: Its multifaceted structure and construct validity. *Journal of Applied Sport Psychology*, 11, 97–115.
- Markland, D., & Tobin, V. (2004). A modification to the Behavioural Regulation in Exercise Questionnaire to include an assessment of amotivation. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 26, 191–196
- Pelletier, L. G., Dion, S. C., Slovinec-D'Angelo, M., & Reid, R. (2004). Why Do You Regulate What You Eat? Relationships between Forms of Regulation, Eating Behaviors, Sustained Dietary Behavior Change, and Psychological Adjustment. *Motivation & Emotion*, 28, 245–77.
- Ryan, R. M. & Deci, E. L. (2008). Facilitating optimal motivation and psychological well-being across life's domains. *Canadian Psychology*, 49, 14–23.

Effets d'une supplémentation en nitrates alimentaires sur les paramètres maximaux de force et de fatigabilité musculaire

Julien Boissière¹, Mehdi Pawlak-Chaouch¹, François-Xavier Gamelin¹ et Julien Aucouturier¹

¹ URePSSS, EA 4488, Equipe "Activité Physique, Muscle, Santé"; Université Droit et Santé Lille 2
julien.boissiere@univ-lille2.fr

Introduction

Le monoxyde d'azote (NO) est un gaz endogène impliqué dans de très nombreux processus physiologiques, notamment au niveau musculaire. Le NO peut ainsi moduler le débit sanguin, la respiration mitochondriale, l'oxydation des substrats et la production d'espèces réactives de l'oxygène ou de l'azote (Stamler & Meissner, 2001). De plus, le NO serait susceptible d'altérer directement ou indirectement les propriétés contractiles du muscle (Bailey et al., 2010). Chez l'animal, il a ainsi été mis en évidence une amélioration de la contractilité des fibres musculaires squelettiques de type 2 avec l'apport de nitrates alimentaires (Hernández et al., 2012). Plus récemment, Coggan et collaborateurs ont mis en évidence une augmentation des pics de puissances estimés et des vitesses maximales de contraction calculées des extenseurs du genou à l'issue d'une supplémentation aigue en nitrates alimentaires (Coggan et al., 2014). Cependant, la population étudiée était très hétérogène (âge et sexe) et les mécanismes sous-jacents potentiels à l'évolution de ces paramètres n'ont pas été étudiés.

L'objectif de cette étude était d'évaluer, chez des sujets entraînés en endurance ou en force/vitesse, les effets d'une supplémentation en jus de betteraves rouges riches en nitrates sur les couples de force maximaux développés par les extenseurs du genou au cours d'exercices isocinétiques réalisés à différentes vitesses angulaires ainsi que sur la fatigabilité de ce dernier. Des mesures complémentaires par électromyographie de surface ont été réalisées afin d'investiguer les phénomènes physiologiques sous-jacents.

Matériels et Méthodes

18 sujets sains masculins (21,8±3,5ans, 72,9±9,1kg, 1,77±0,07m) ont participé à l'étude. Les sujets étaient soit spécialistes de disciplines d'endurance (groupe « endurant »), soit spécialistes de disciplines de force/vitesse (groupe « force »). Les sujets ont réalisé 4 visites au laboratoire (2 visites d'habituation et 2 visites expérimentales). Au cours de ces visites, les sujets ont réalisé différentes contractions des extenseurs du genou sur ergomètre isocinétique (CON-TREX, Medimex). Les contractions étaient réalisées selon un mode concentrique/passif pour l'extension et la flexion de la jambe pour un secteur angulaire de 90° selon un référentiel de -10° et -100° par rapport à l'extension complète (= 0°) et étaient organisées comme suit :

- 1) Echauffement : 8 répétitions à 180 puis 300°/sec
- 2) Détermination de la force maximale volontaire : Contraction isométrique de 5sec (angle 60°)
- 3) Détermination des pics de couples et de puissance à différentes vitesses angulaires : (3 à 5 répétitions à 300, 240, 180 puis 60°/sec)
- 4) Test de fatigabilité des extenseurs du genou (50 répétitions maximales à 180°/sec)

Les visites expérimentales étaient réalisées dans un ordre aléatoire après soit une supplémentation de 3 jours en jus de betteraves rouges (JB) (500mL/jour, NO₃⁻ =875mg/L) ou son placebo (jus pomme-cassis (PC), NO₃⁻ <5mg/L). Au cours des visites expérimentales, des enregistrements de l'activité électrique du vaste latéral (EMG de surface) ont été réalisés. L'amplitude (RMS) et la puissance (MedPF) du signal EMG ont été mesurées. Des prélèvements capillaires ont également été réalisés afin de déterminer les concentrations plasmatiques en nitrates (NO₃⁻).

Résultats

A l'issue de la supplémentation en jus de betteraves, les concentrations plasmatiques en NO₃⁻ étaient significativement augmentées comparativement à la condition placebo (P<0,05).

Pour le groupe Force, l'amplitude du signal EMG était significativement augmentée pour toutes les

vitesse angulaire à l'issue de la supplémentation en NO_3^- (RMS normalisée à la force maximale volontaire : $300^\circ/\text{s}$: $1,13 \pm 0,39$ vs. $1,30 \pm 0,47$; $240^\circ.\text{sec}^{-1}$: $1,08 \pm 0,38$ vs. $1,24 \pm 0,45$; $180^\circ.\text{sec}^{-1}$: $1,03 \pm 0,34$ vs. $1,20 \pm 0,36$; $60^\circ.\text{sec}^{-1}$: $0,93 \pm 0,28$ vs. $1,05 \pm 0,23$ – condition PC vs. condition JB ; $P < 0,05$). Toutefois, la force maximale volontaire et les couples de forces maximaux aux différentes vitesses angulaires n'étaient pas significativement modifiés.

Pour le groupe endurant, si l'amplitude du signal EMG n'était pas significativement modifiée, les couples de force développés aux vitesses lente et moyenne étaient significativement altérés à l'issue de la supplémentation en NO_3^- (Couple de force maximal (N.m) : $60^\circ.\text{sec}^{-1}$: $200,48 \pm 19,80$ vs. $190,18 \pm 18,37$; $180^\circ.\text{sec}^{-1}$: $162,67 \pm 15,41$ vs. $157,22 \pm 16,36$ – condition PC vs. condition JB ; $P < 0,05$). Aucune différence significative n'a été notée aux vitesses angulaires de 300 et $240^\circ.\text{sec}^{-1}$.

Concernant la fatigabilité musculaire (50 répétitions, $180^\circ.\text{sec}^{-1}$), la supplémentation en NO_3^- n'a eu aucun effet sur la performance dans les 2 groupes (Travail total en J.Kg^{-1}). Cependant, le travail réalisé au cours des 10 premières répétitions était significativement diminué dans le groupe endurant à l'issue de la supplémentation en NO_3^- (Travail (J) : $1821,30 \pm 282,81$ vs. $1772,94 \pm 248,32$ – PC vs. JB respectivement ; $P < 0,05$).

Conclusion

La supplémentation en nitrates alimentaires permet d'augmenter le niveau de la commande centrale chez des sujets entraînés dans des disciplines de force/vitesse. Ce phénomène se traduit par une tendance à l'amélioration des performances musculaires maximales dans cette population. Ces données rejoignent celles mise en avant *in vitro* par Hernández et collaborateurs sur les fibres à contraction rapide eu égard à la typologie musculaire de la population étudiée (Hernández et al., 2012).

En revanche, chez des sujets très entraînés en endurance, cette augmentation de la commande centrale n'est pas retrouvée et se traduit même par une altération des performances musculaires maximales. Ce phénomène pourrait être lié à des perturbations de la fonction contractile via la mise en place d'un stress nitrique à l'issue de la supplémentation en NO_3^- .

Références

- Bailey, S.J., Fulford, J., Vanhatalo, A., Winyard, P.G., Blackwell, J.R., DiMenna, F.J., Wilkerson, D.P., Benjamin, N. & Jones, A.M. (2010). Dietary nitrate supplementation enhances muscle contractile efficiency during knee-extensor exercise in humans. *J Appl Physiol*, 109(1), 135-148.
- Coggan, A.R., Leibowitz, J.L., Kadkhodayan, A., Thomas, D.P., Ramamurthy, S., Spearie, C.A., Waller, S., Farmer, M. & Peterson L.R. (2014). Effect of acute dietary nitrate intake on maximal knee extensor speed and power in healthy men and women. *Nitric Oxide*, Sep 6. pii: S1089-8603(14)00293-6.
- Hernández, A., Schiffer, T.A., Ivarsson, N., Cheng, A.J., Bruton, J.D., Lundberg, J.O., Weitzberg, E. & Westerblad, H. (2012). Dietary nitrate increases tetanic $[\text{Ca}^{2+}]_i$ and contractile force in mouse fast-twitch muscle. *J Physiol*, 590(15), 3575-3583.
- Stamler, J.S. & Meissner, G. (2001). Physiology of nitric oxide in skeletal muscle. *Physiological Reviews*, 81(1), 209-237.

Effet d'un programme d'activités physiques adaptées sur les paramètres de marche, chez des personnes âgées de plus de 65 ans sans pathologie

Joëlle Bonis¹, Jason Vergeaud¹ et Stéphane Mandigout¹

¹ Laboratoire HVAE (EA 6310), Université de Limoges
joelle.bonis@unilim.fr

Introduction

Au cours du vieillissement l'autonomie et le risque de chute peuvent être associés au déclin de la fonction locomotrice. Les affections du système nerveux ou locomoteur aggravent le déclin de celle-ci avec une détérioration de la qualité de la marche en particulier en situation de double tâche (Beauchet et al 2005). Dans le cadre de la prévention et de la prise en charge de ces effets délétères du vieillissement l'activité physique (AP) peut avoir un impact sur le maintien de l'autonomie en améliorant les paramètres de marche (Mian et al 2007). Ainsi l'objectif principal de notre étude est de montrer l'effet d'un programme d'activités physiques adaptées (APA), basé sur les recommandations de l'OMS, sur les paramètres de marche chez des personnes âgées de plus de 65 ans sans pathologie.

Matériel et méthodes

La population : 31 sujets de plus de 65 ans, autonomes, sans pathologie ont été répartis aléatoirement en 2 groupes, 1 groupe Activités Physiques Adaptées (GAPA) (n = 15) (71,5 ± 5,2 ans) et 1 groupe Témoin (GT) (n = 16) (71,1 ± 3,4 ans).

Les paramètres de marche ont été évalués, avant et après le programme, grâce à un accéléromètre triaxial (Locométrix, Centaure Metrix) permettant d'analyser la vitesse de marche (m/s), la fréquence (cycle/s) et la longueur du pas (m), la régularité, la symétrie, l'instabilité médio-latérale (IML) et la puissance mécanique totale (W/Kg). Les mesures ont été réalisées sur 30 mètres à vitesse de marche habituelle. L'évaluation des paramètres de marche a également été réalisée en situation de double tâche cognitive (fluence verbale, DT1) ou motrice (port d'un verre d'eau, DT2) durant de 30 secondes sur tapis roulant (Kettler Marathon TX2) à vitesse de marche préférentielle.

Le programme d'APA: le groupe GAPA a suivi un programme d'APA combinant des exercices de type aérobie, renforcement musculaire, des parcours moteurs simple et double tâche et des exercices d'équilibre statique et dynamique. Celui-ci s'est déroulé sur 15 semaines, avec 3 séances d'une heure par semaine. Chaque séance était supervisée par un professeur d'APA. Au cours des 15 semaines, l'intensité et la durée d'exercice ont été augmentées de manière progressive, afin d'accroître le pourcentage de temps passé à une intensité élevée.

Résultats

Concernant la marche sur 30 mètres, à la fin du programme le GAPA a maintenu sa vitesse de marche (1,56 ± 0,12 ms⁻¹ / 1,58 ± 0,14 ms⁻¹), alors que chez le GT une diminution significative (1,50 ± 0,14 ms⁻¹ / 1,43 ± 0,16 ms⁻¹) (p < 0,05) a été observée. Les résultats montrent également, pour le groupe GAPA après 15 semaines, une augmentation significative de la fréquence des pas (1,01 ± 0,57 cycle s⁻¹ / 1,04 ± 0,64 cycle s⁻¹) (p < 0,05), de la puissance totale (7,88 ± 2,67 W Kg⁻¹ / 9,67 ± 4,13 W Kg⁻¹) (p < 0,05) et une diminution significative de l'ILM (20,6 ± 7,45 / 18 ± 6,04) (p < 0,05). En revanche, nous avons relevé une diminution significative de la symétrie pour le GT (205 ± 50,10 / 178 ± 43,84) (p < 0,05).

Pour la marche sur tapis, concernant la double tâche cognitive (DT1) (tableau 1), les résultats post-tests démontrent une amélioration significative de la fréquence de pas pour le GAPA. Pour la double tâche motrice (DT2) (tableau 2), le GAPA a significativement amélioré la longueur de pas, ainsi que la symétrie par rapport au groupe GT (tableau 2). De plus, le groupe GAPA a également augmenté de manière significative sa fréquence de pas (p < 0,05) et diminué son IML (p < 0,05) entre le début et la fin du programme

Tableau 1. Paramètres de marche couplés à une tâche cognitive DT1

	GAPA		GT		intergroupe	
	Pré	Post	Pré	Post	p Pré	p Post
Fréquence des pas (cycle/s)	0,92 ± 0,30	1,03 ± 0,06*	0,97 ± 0,07	0,95 ± 0,09	NS	< 0,05
Longueur de pas (m)	0,58 ± 0,18	0,67 ± 0,06*	0,62 ± 0,06	0,62 ± 0,05	NS	< 0,05
Régularité (valeurs seuil >300)	231 ± 86	277 ± 54	250 ± 53	247 ± 40	NS	NS
Symétrie (valeurs seuil >200)	159 ± 66	192 ± 43	182 ± 68	181 ± 61	NS	NS
Instabilité médio-latérale (<15%)	21,86 ± 9,46	21,23 ± 5,80	22,92 ± 6,60	23,41 ± 3,77	NS	NS

* $p < 0.05$ intra groupe ; NS: Non Significatif.

Tableau 2. Paramètres de marche couplés à une tâche motrice DT2

	GAPA		GT		intergroupe	
	Pré	Post	Pré	Post	p Pré	p Post
Fréquence des pas (cycle/s)	0,93 ± 0,27	1,03 ± 0,06*	1,00 ± 0,08	0,99 ± 0,11	NS	NS
Longueur de pas (m)	0,62 ± 0,21	0,67 ± 0,05	0,62 ± 0,05	0,61 ± 0,05	NS	< 0,01
Régularité (valeurs seuil >300)	254 ± 88	295 ± 52	251 ± 48	235 ± 48	NS	< 0,01
Symétrie (valeurs seuil >200)	173 ± 76	221 ± 75*	188 ± 56	151 ± 55	NS	< 0,05
Instabilité médio-latérale (<15%)	22,29 ± 9,76	21,23 ± 5,76*	24,36 ± 6,23	24,17 ± 4,47	NS	NS

* $p < 0.05$ intra groupe; NS: Non Significatif

Discussion

Pour la marche habituelle sur 30 mètres, nos résultats vont dans le sens de ceux de la littérature qui démontrent les effets bénéfiques d'un programme combinant des exercices de type aérobie, contre résistance et équilibre sur les paramètres de marche (Zhuang et al 2014 ; Rahal et al 2013). Cependant il semble que selon les caractéristiques du programme les améliorations obtenues ne concernent pas les mêmes paramètres. En effet ces études montrent une amélioration de la vitesse de marche et de la longueur du pas, ce qui n'apparaît pas dans nos résultats pour le GAPA, par contre le GT diminue significativement sa vitesse de marche. Concernant les situations de double tâche évaluées sur tapis, le groupe GAPA améliore la fréquence et la longueur des pas ainsi que la symétrie et l'ILM alors que pour le GT il n'y a pas d'évolution significative. Ces résultats sont aussi comparables à ceux de la littérature (Agmon et 2014) qui montre qu'un programme d'exercice fréquent, d'une intensité élevée, d'une assez longue durée et comprenant des exercices en double tâche pouvait avoir un impact sur la qualité de la marche

A partir de nos résultats, il semblerait qu'un programme d'APA améliore les paramètres de marche chez les sujets âgés de plus de 65 ans sains, cela y compris en situation de double tâche, cependant de futures études sont nécessaires pour confirmer l'intensité du programme, la durée, la fréquence et son contenu.

Références

- Agmon, M., Belza, B., Nguyen, HQ., Logsdon, RG., & Kelly VE. (2014). A systematic review of interventions conducted in clinical or community settings to improve dual-task postural control in older adults. *Clinical Interventions in Aging*, 25(9), 477-92.
- Beauchet, O., Dubost, V., Herrmann, F., Rabilloud, M., Gonthier R., & Kressig RW. (2005 August) Relationship between dual-task related gait changes and intrinsic risk factors for falls among transitional frail older adults. *Aging Clinical and Experimental Research*, 17(4), 270-5.
- Mian, OS., Baltzopoulos., V, Minetti, AE., Narici, MV. (2007). The impact of physical training on locomotor function in older people. *Sports Medecine*, 37(8), 683-701.
- Zhuang, J., Huang, L., Wu, Y., Zhang, Y. (2014). The effectiveness of a combined exercise intervention on physical fitness factors related to falls in community-dwelling older adults. *Clinical Interventions in Aging*, 9,131-40.

Effect on maximal aerobic velocity and maximal oxygen uptake of the high intensity interval training calibration in reference to time to exhaustion at 100 % of maximal aerobic velocity. Longitudinal study in high-level middle and long-distance runners.

Lotfi Bouguerra¹, Abderraouf Ben Abderrahman^{2,3}, Ben Fatma Rhibi² et ⁴Jacques Prioux.

¹Laboratoire des adaptations cardio-circulatoires, respiratoires, métaboliques et hormonales à l'exercice musculaire. Université de Médecine de Sousse-Tunisie.

²Research Laboratory "Sports Performance Optimization" National Centre of Medicine and Science in Sports (CNMSS), Tunis, Tunisia.

³High Institute of Sport and Physical Education, Ksar-Saïd, Manouba University, Tunisia.

⁴Laboratoire Mouvement Sport Santé (M2S). UFR APS, Université Rennes 2, Campus la Harpe. 35044 Rennes, Cedex France.

benabderrahmanabderraouf@yahoo.fr

Introduction

Several variables can be manipulated to prescribe different HIT sessions. The intensity and duration of exercise and recovery intervals are the key influencing factors (Buschheit and Laursen, 2013). If one accepts that MAV is an appropriate exercise intensity to use in HIT programming, then what remains is to decide on the optimal duration of exercise and recovery interval ? The calibration of the exercise and recovery intervals duration in reference to t_{lim100} has been few studied. For Billat (2001) the use of t_{lim100} could allow at the elite long-distance runners to run longer distances at MAV during HIT. The aim of our study was to analyse the effects on MAV and $\dot{V}O_{2max}$ of an increase in the number of repetitions per HIT session calibrated in reference to t_{lim100} . We hypothesize that an increase in the number of repetitions per HIT session, calibrated in reference to t_{lim100} , might improve the MAV and $\dot{V}O_{2max}$ of athletes.

Experimental protocol

20 males high-level middle and long-distance runners, belonging to the national civil and military elite in Tunisia, voluntarily participated in this study. They were assigned to one of two groups : the $[(8-10) \times t_{lim100}]_{group}$ (n=10) and the $[(5) \times t_{lim100}]_{group}$ (n=10). The study, which lasted 18 weeks, was structured as follows (Figure 1) : 2 weeks (W1 to W2) of evaluations (Pre-test), 4 weeks (W3 to W6) of training, 1 week (W7) of evaluations, 4 weeks (W8 to W11) of training, 1 week (W12) of evaluations, 4 weeks of training (W13 to W16) and finally 2 weeks (W17 to W18) of evaluation (Post-test). All the evaluations were performed on a 400-m outdoor tartan track.

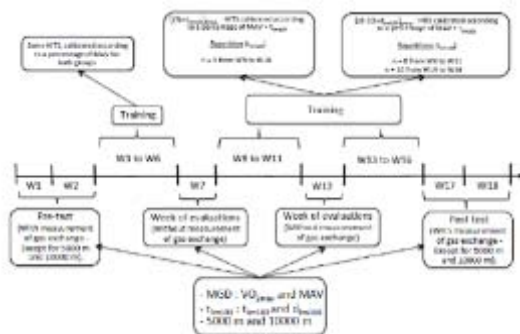


Figure 1. Experimental protocol for both groups. Both tests were preceded by a warm-up. W: Week. MGD : Maximal graded test. MAV : Maximal aerobic velocity. $\dot{V}O_{2max}$: Maximal oxygen uptake. t_{lim100} : Time until exhaustion at 100 % of MAV. d_{lim100} : Distance covered during t_{lim100} . $[(8-10) \times t_{lim100}]_{group}$: group with progressive increase in the number of t_{lim100} repetitions. $[(5) \times t_{lim100}]_{group}$: group with constant number of t_{lim100} repetitions. Pre-test and Post-test were realized before and after the TWHIPT.

12-weeks HIT program. During the entire TWHITP, athletes of both groups generally trained two times per day from monday to friday. Only one HIT session (HITS) was performed on saturday and sunday. During the first 4 weeks of HIT (W3 to W6), athletes of both groups performed the same HIT program. Except for circuit training on wednesday, the HITS of the other days were calibrated according to a percentage of MAV. During the following 8 weeks of HIT (W8 to W11 and W13 to W16), athletes of both groups performed the same HITS on monday, wednesday, friday and sunday. The other days of the week, the HITS were calibrated according to t_{lim100} (Table 1).

Statistical analysis

Data were expressed as mean values ± SD. Data were analysed using a two-way analysis of variance (ANOVA). After confirming significant group differences over time, post hoc Newman-Keuls test were performed. A value of p<0.05 was accepted as the minimal level of statistical significance.

Table 1. Example of a typical week of training for both groups between W8 and W11.

Day	Type of training	Intensity (% MAV)	Se	Repetitions	Effort time per repetition	Recovery time and intensity		Total time effort	Number of laps	Training load (UTA)	
						Interval repetitions	Interval rate				
Monday	Short series endurance	81	*	3	28"	1'	0.5 (% VMA)	*	75"	21	1431.5
Tuesday	Tune	100	1	3.8	27"	1'10"	0.8 (% VMA)	*	20'30"	5.8	1667
									12'18"	6.1	1661.6
Wednesday	Interval	71	1	*	80"	*	*	80"	21	6900	
Thursday	Tune	100	1	3.8	27"	1'10"	0.8 (% VMA)	*	20'30"	5.8	1667
									12'18"	6.1	1661.6
Friday	Short interval	100	2	8	48"	1'30"	0.8 (% VMA)	*	34'31"	6.6	2164.8
Saturday	Tune	100	1	3.8	27"	1'10"	0.8 (% VMA)	*	20'30"	5.8	1667
									12'18"	6.1	1661.6
Sunday	Interval	71	1	*	80"	*	*	80"	21	6900	

MAV : Maximal aerobic velocity. UTA : Arbitrary training units. The time of effort were calculated for a VMA of 21 km.h⁻¹ and a t_{lim100} of 250s. Example of training load calculation for the short interval: ((100 + 60)/2) × 34.56 = 2764.8 (34.56 is the time expressed in minute). N = 5 : the subject had to run 5 times t_{lim100}. N = 8 : the subject had to run 8 times t_{lim100}.

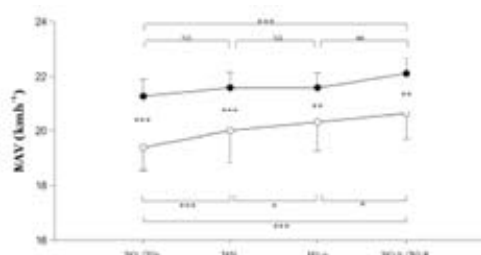


Figure 2. Mean (±SD) data of MAV measured during maximal graded test for both groups before, during and after the TWHIPT.

Table 2. Mean (± SD) data measured during the maximal graded test for both groups, before and after the TWHIPT.

MAV : Maximal aerobic velocity. W : week. (●) : [(8-10)×t_{lim100}]_{group} with progressive increase in the number of t_{lim100} repetitions. (○) : [(5)×t_{lim100}]_{group} with constant number of t_{lim100} repetitions. * : Significant difference between weeks or/and between groups. * P < 0.05, ** P < 0.01, *** P < 0.01. NS: No significant difference between weeks.

Results

	MAV (km.h ⁻¹)		VO _{2max} (L.min ⁻¹)		VO _{2max} (ml.min ⁻¹ .kg ⁻¹)	
	Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test
[(8-10)×t _{lim100}] (n=10)	21.3 ^{ns} (0.6)	22.1 ^{ns} (0.5)	4.7 (0.5)	4.7 (0.4)	73.1 (5.1)	76.3 ^{ns} (7.7)
[(5)×t _{lim100}] (n=10)	19.4 (0.9)	20.6 (0.8)	4.4 (0.5)	4.2 (0.4)	68.8 (4.9)	66.4 (5.8)

In both groups, our results show (Figure 2) a significant increase of MAV between Pre and Post-test. Concerning [(5)×t_{lim100}]_{group} the increase is significant from W1/W2 to W7, W7 to W12 and from W12 to W17/W18.

MAV significantly increase from W12 to W17/W18 in [(8-10)×t_{lim100}]_{group}. Moreover, before, during and after the TWHITP, MAV was significantly higher in [(8-10)×t_{lim100}]_{group} compared to [(5)×t_{lim100}]_{group}. In both groups no significant increase was observed between Pre and Post-test for VO_{2max} expressed either as l.min⁻¹ or ml.min⁻¹.kg⁻¹ (Table 2). After the TWHITP VO_{2max} expressed as ml.min⁻¹.kg⁻¹ was significantly higher in [(8-10)×t_{lim100}]_{group} compared to [(5)×t_{lim100}]_{group}. No difference was observed between groups before the TWHITP.

Discussion/conclusion

The present study results show that the TWHIPT induced a significant improvement of MAV in both groups between the Pre and Post-test. They also show that this significant increase in MAV was not associated with a significant increase in VO_{2max}. From a practical point of view in subjects with very high MAV (around 21 km.h⁻¹) it seems necessary, to use (i) 10 repetitions by session calibrated in reference to t_{lim100}, with 3 sessions per week, during 4 weeks, to improve their MAV.

References

Billat, VL. (2001). Interval training for performance : a scientific and empirical practice. Special recommendations for middle- and long-distance running. Part 1: aerobic interval training. Sports Med, 31(1):13-31.
 Buchheit M., & Laursen PB. (2013). High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle. Part II : Anaerobic energy, neuromuscular load and practical applications. Sports Med, 43:927-954.

Effet d'une expérience sensori-motrice sur une tâche conjointe réalisée avec un co-acteur humain et non-humain

Frédérique Bunlon¹, Jean-Pierre Gazeau², Floren Colloud² et Cédric Bouquet¹

¹ Laboratoire CeRCA (UMR7295), Université de Poitiers

²Institut Pprime (UPR 3346), CNRS/Université de Poitiers/ISAE-ENSMA, Poitiers.

frederique.bunlon@univ-poitiers.fr

Introduction

Dans la vie quotidienne, les individus interagissent et coopèrent fréquemment avec autrui. La notion de co-représentation de la tâche fait référence au fait que les individus forment de manière quasi-automatique des représentations partagées de la tâche (prenant en compte les actions potentielles de l'autre) (Sebanz et al., 2003). Pour cela, une extension de la *tâche Simon* a été utilisée dans de nombreuses études, révélant un *effet Simon social* (Hommel et al., 2009). L'*effet Simon classique* (Simon & Rudell, 1967) correspond à un effet de compatibilité spatiale. Par exemple, lorsque les participants doivent répondre à un rond de couleur en utilisant 2 touches de réponse (e.g. cible verte – touche de droite, cible rouge – touche de gauche), les réponses sont plus rapides lorsque le stimulus et la touche de réponse sont spatialement compatibles. L'*effet Simon* correspond à cette différence entre essais incompatibles et compatibles. Lorsque la tâche est réalisée comme une tâche de type go/no-go (i.e. le participant ne répond qu'à un seul des 2 stimuli), cet effet Simon disparaît, montrant qu'il est lié à l'existence de deux réponses alternatives. Cependant, Sebanz et al. (2003) ont montré que lorsque la tâche est partagée par 2 individus (l'un répondant à un stimulus et l'autre au second), l'effet Simon réapparaît : il s'agit de l'*effet Simon social* (Hommel et al., 2009). L'hypothèse est que lorsque la tâche est partagée, les participants prennent en compte la réponse du co-acteur et incorporent ainsi la réponse correspondante dans leur propre plan d'action (Tsai & Brass, 2007). Une étude de Tsai et Brass (2007) a montré qu'une telle co-représentation de la tâche n'est pas mise en œuvre lorsque la tâche est partagée avec un co-acteur non-humain (un robot). Le but de notre étude est d'examiner l'effet d'une expérience sensorimotrice (avec un agent robotique) sur la co-représentation de l'action en situation de tâche partagée. Plus précisément, nous avons testé comment une expérience sensori-motrice couplant l'exécution des mouvements du participant avec ceux d'une main robotique engendre ensuite une co-représentation de la tâche avec cet agent non-humain. Nous faisons l'hypothèse qu'une telle expérience devrait conduire à une modification de la perception de l'intentionnalité de l'agent, modifiant en conséquence la co-représentation de la tâche avec celui-ci.

Méthode

Le protocole expérimental comprenait 62 participants 19,8 ± 1,5 ans dont 45 femmes répartis aléatoirement en 2 groupes : « actifs » et « inactifs ». Chaque groupe a réalisé un pré-test et un post-test identique évaluant la co-représentation de la tâche lorsque celle-ci est partagée avec un agent humain et avec un agent robotique. Pour cela nous avons utilisé une tâche partagée de type go/no-go. Un rond de couleur (orange ou bleu) apparaissait à l'écran et le participant devait répondre le plus rapidement possible au point de couleur cible en appuyant sur une touche d'une souris d'ordinateur. Lorsqu'un rond orange (ou bleu) apparaissait à l'écran il devait appuyer, en revanche si le rond était bleu (orange), il ne devait pas répondre. Son action était représentée à l'écran par une main, ainsi que celle du co-acteur représentée par une main humaine (Figure 1a) ou robotique (Figure 1b) selon la condition. Chaque participant réalisait 2 blocs de 80 essais en pré-test et 2 blocs de 80 essais en post-test (20 compatibles + 20 incompatibles + 40 « no go »). Durant le premier bloc, le co-acteur était représenté par une main humaine, et durant le second par une main robotique. L'ordre des blocs était contrebalancé. L'*effet Simon social* était calculé comme étant la différence des temps de réactions obtenus lors des essais compatibles et des essais incompatibles. Après le pré-test, les participants du groupe « actif » réalisaient une expérience sensori-motrice avec la main robotique. Ils devaient alors placer leur main droite dans un exosquelette, puis réaliser 30 mouvements d'ouverture/fermeture de la main ainsi que 30 mouvements d'ouverture/fermeture de

l'index tout en observant le mouvement de la main robotique à l'écran. Les participants du groupe « passif » observaient uniquement les mouvements à l'écran sans réaliser eux-mêmes de mouvement. Une Analyse de variance (ANOVA) a été réalisée sur les données avec les facteurs intra-sujets Partenaire (Humain vs. Robot), Compatibilité Spatiale (Compatible vs. Incompatible) et Test (Pré vs. Post) et le facteur inter-sujets Groupe (Actif vs. Passif).

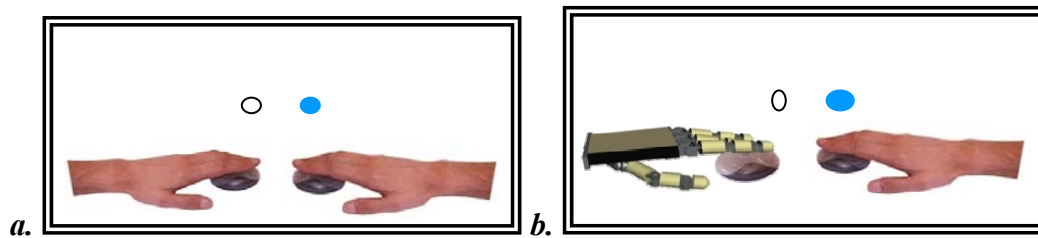


Figure 1. Tâche expérimentale utilisée en pré et post-test (a. co-acteur Humain ; b. co-acteur robot)

Résultats

Les données obtenues en pré-test ne démontrent pas d'effet significatif du type de co-acteur (Humain vs. Robot) sur l'effet Simon Social. Toutefois, l'ANOVA démontre une interaction Groupe \times Partenaire \times Compatibilité Spatiale \times Test, $F(1, 58) = 4,07, p < .05$. En accord avec notre hypothèse, nous observons en post-test une augmentation de l'effet Simon Social pour le groupe actif lorsqu'il interagit avec le co-acteur non-humain.

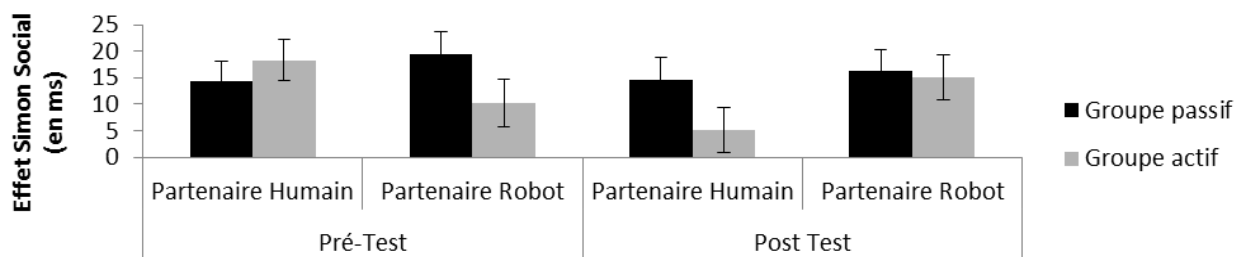


Figure 2. Effet Simon Social en Pré et Post-test en fonction du groupe et du type de Partenaire

Conclusion

Nos résultats montrent une modulation de la co-représentation de la tâche par une expérience sensorimotrice préalable. En post-test, les participants du groupe « actif » montrent un accroissement de l'effet Simon social lorsqu'ils interagissent avec un co-acteur robotique comparé aux participants du groupe « passif ». Ceci confirme notre hypothèse d'un changement de perception vis-à-vis du co-acteur après une phase d'expérience sensorimotrice. Toutefois, il faut noter l'absence de réplification de l'effet du type de co-acteur sur la co-représentation de la tâche en pré-test (pas de différence significative entre les conditions main humaine et main robotique). Ce travail permet une meilleure compréhension des facteurs modulant la co-représentation de la tâche avec un robot, ce qui semble primordial dans un monde où les interactions humain-robot seront de plus en plus fréquentes.

Références

- Hommel, B., Colzato, L. S., & Van den Wildenberg, W. P. M. (2009). How social are task representations. *Psychol. Sci*, 20, 794–798.
- Sebanz, N., Knoblich, G., & Prinz, W. (2003). Representing others' actions: Just like one's own? *Cognition*, 88, B11–B21
- Simon, J.R., & Rudell, A.P. (1967). Auditory S-R compatibility: The effect of an irrelevant cue on information processing. *J Appl Psychol.* 51, 300–304
- Tsai, C., & Brass, M. (2007). Does the human motor system simulate Pinocchio's actions? *Psychol. Sci*, 18, 1058–1061.

Comparaison des paramètres de la performance chez les perchistes en fonction du sexe et de la catégorie

Johan Cassirame¹ et Hervé Sanchez²

¹ EA 4660 « Culture, Sport Santé et Société », plateforme EPSI, Université de Franche Comté
25000 Besançon, France, 2 Matsport, Saint Ismier.

jcassirame@matsport.com

Introduction

La performance au saut à la perche est fortement corrélée avec la vitesse d'approche jusqu'à l'impulsion et inversement corrélée avec le temps de contact au sol (Cassirame et Sanchez, 2013). Bien que des données existent pour les perchistes hommes et femmes, peu d'études se sont intéressées à discuter les éventuelles différences entre hommes et femmes, à l'exception des transferts d'énergie au cours du saut (Schade et al, 2004 ; Warberon et al, 2015). L'objectif de cette étude est de comparer le profil de la vitesse d'approche des perchistes champion de France hommes et femmes dans diverses catégories, en tenant compte des paramètres de la course, du positionnement à l'impulsion, ainsi que du levier et de la longueur de la perche.

Méthode

Les mesures ont été réalisées pendant les championnats de France en salle 2015 de chaque catégorie. Bien que l'ensemble des sauts de tous les athlètes aient été analysés, seules les données correspondant aux champions(nes) de France sont présentées. L'utilisation de 20 mètres de système Optojump Next (Microgate, Bolzano, Italie) disposé de chaque côté de la piste d'élan a permis de mesurer jusqu'à l'impulsion : le temps de contact au sol et la cadence des foulées. Ce système a été synchronisé avec un radar haute fréquence Stalker PRO II (Stalker, Piano, Etas Unis) pour le suivi de la vitesse horizontale jusqu'à l'impulsion. Une caméra haute fréquence Ximea (XIMEA, Milestones, US), a permis de réaliser une analyse vidéo avec le logiciel Kinovea pour en déduire la position de la main supérieure sur la perche (levier) ainsi que la position de la pointe du pied d'impulsion par rapport à l'aplomb de celle-ci (verticalité).

Résultats-discussion

L'évolution de la vitesse lors de la course d'élan est différente entre hommes et femmes (figure 1). Quelque soit la catégorie, les hommes sont capables d'augmenter leur vitesse jusqu'à l'impulsion, à l'inverse des femmes qui atteignent leur vitesse maximale entre 10 et 5 m avant le butoir. L'ensemble des perchistes (hommes et femmes) a une impulsion "en dessous" (le pied d'impulsion en avant de l'aplomb de la main supérieure), mais cet argument ne semble pas expliquer la perte de vitesse observée chez les femmes comparativement aux hommes (tableau 1).

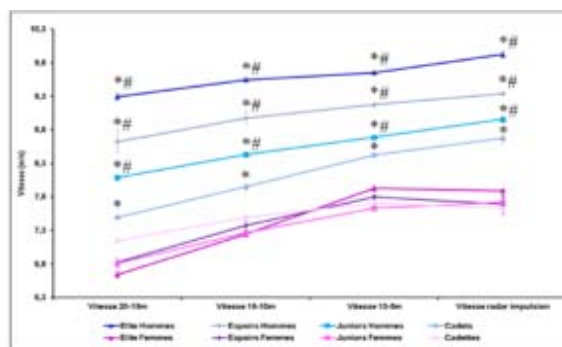


Figure 1. Evolution de la vitesse de course mesurée au radar sur les 20 derniers mètres

* *significativement différent de la catégorie équivalente du sexe opposé*, # *significativement différent de la catégorie inférieure* $p < 0,05$

Bien qu'une différence importante concernant la verticalité de l'impulsion soit observée pour la

catégorie junior entre hommes et femmes, l'hypothèse d'une impulsion plus verticale chez les femmes ne semble pas cohérente avec la différence de profil de vitesse constatée (tableau 1). De plus, quelque soit le secteur de vitesse, il existe une différence significative entre les catégories masculines, ce qui n'est pas retrouvé pour les femmes (figure 1).

Bien que la prise d'élan soit différente chez les hommes en fonction de la catégorie comparativement aux femmes (tableau 1), la cadence et le temps de contact sont respectivement plus élevée et plus rapide chez les hommes que chez les femmes ($P < 0,05$). L'ensemble des différences observées sur les dernières foulées (cadence, temps de contact, variation de la longueur de la dernière foulée) pourrait expliquer en partie le profil de vitesse d'approche atypique des perchistes féminines. De façon évidente, les leviers utilisés sont plus importants chez les hommes que chez les femmes avec l'utilisation de perches plus longues (tableau 1) ce qui participe à la réalisation de meilleures performances. L'utilisation d'un levier plus important n'est cependant possible qu'avec des vitesses d'approches élevées pour permettre la flexion de la perche.

Tableau 1. Paramètres de la course, du positionnement, et caractéristiques des perches.

	Perf (m)	Perche (m)	Elan (foulées)	Levier moyen (m)	Tps contact (ms)	Cadence (pas/sec)	Δ der. foulée (cm)	"Dessous" (cm)	Verticalité (cm)
Elite H	6,01	5,20	20	5,14 ± 0,01 *#	103 ± 0,5 *#	4,39 ± 0,08 *#	+19,5 ± 1,2 *	-22,8 ± 2,4 *#	+7,5 ± 0,8 #
Espoirs H	5,20	4,90	16 L	4,73 ± 0,02 *#	110 ± 0,4 *#	4,04 ± 0,05 *#	-21,5 ± 2,1 #	-38,9 ± 3,5 *#	+4,2 ± 1,0 #
Juniors H	5,05	4,90	16	4,70 ± 0,01 *#	127 ± 0,4 *	3,90 ± 0,01 *#	-14,2 ± 1,8	-56,4 ± 3,7	+0,9 ± 1,7 #
Cadets	4,70	4,60	16	4,45 ± 0,01 *	125 ± 0,6	4,08 ± 0,02 *	-11,9 ± 1,3 *	-48,3 ± 1,9	+11,3 ± 1,1 *
Elite F	4,60	4,40	14	4,13 ± 0,01 #	125 ± 0,9 *	3,78 ± 0,02 #	-28,4 ± 1,8	-53,8 ± 1,7	+7,4 ± 0,4
Espoirs F	4,20	4,30	16	4,06 ± 0,00 #	123 ± 0,4 *	3,91 ± 0,01	-26,7 ± 2,1	-50,5 ± 2,3	+6,9 ± 1,1
Juniors F	3,95	4,15	16	3,89 ± 0,00 #	123 ± 0,4 *	3,95 ± 0,01 #	-16,0 ± 4,0	-52,4 ± 3,0	+7,9 ± 0,8 #
Cadettes	3,70	4,00	16	3,66 ± 0,00	128 ± 0,2	3,73 ± 0,01	-24,6 ± 0,9	-53,7 ± 0,7	+14,1 ± 0,4

Le temps d'appui et la cadence ont été calculés pour les 6 dernières foulées. Une variation positive de la dernière foulée correspond à un allongement, alors qu'une valeur négative signifie un raccourcissement.

** significativement différent de la catégorie équivalente du sexe opposé, # significativement différent de la catégorie inférieure $p < 0,05$*

Conclusion

La comparaison des profils de vitesse déterminés en compétition révèle une différence dans l'évolution de la vitesse d'approche des perchistes féminines quelque soit la catégorie. Ce constat devrait permettre aux entraîneurs de repenser le travail de la vitesse avec ou sans perche chez les perchistes féminines sans le négliger pour les athlètes masculins. La confrontation de ces résultats avec les données des rapports de l'IAAF peut également nous éclairer sur les causes des performances des athlètes françaises sur le plan international (Perlt, 2009).

Références

- Cassirame, J., Sanchez, H. (2013). Pertinence des déterminants biomécaniques vis à vis de la performance en saut à la perche. *Poster presented at ACAPS 2013, Grenoble.*
- Schade, F., Arampatzis, A., Bruggeman, G.P., Komi, P. (2004). Comparison of the men's and the women's pole vault at the 2000 Sydney Olympic Games. *Journal of Sports Sciences*, 22, 835–842.
- Warberton, T., Lyttle, A., James, R., Alderson, J. (2015). Differentiation of the energetic parameters between male and female elite pole vaulters. *33rd International Conference on Biomechanics in Sport, ISBS 2015, Poitiers.*
- Perlt, B. (2009) Final report of biomechanical analyses of selected events at the 12th IAAF World Championships in Athletics - Pole vault. *Available on IAAF website.*

Précision du périodogramme, quelles conséquences pour l'analyse de la Variabilité de la Fréquence Cardiaque?

Johan Cassirame^{1,2}, Simon Chevrolat², Nicolas Tordi³ & Laurent Mourot¹

¹Laboratoire Culture, Sport Santé et Société » (EA 4660) et plateforme Exercice Performance Santé Innovation, Université de Franche-Comté, Besançon, France

²Matsport, Saint Ismier, France

³Fonctions et Dysfonctions Epithéliales (EA 4267)

jcassirame@matsport.com

Introduction

La qualité d'une mesure conditionne directement les résultats de l'analyse de celle-ci. Si un signal est mesuré de manière imprécise, les différents calculs réalisés à partir de celui-ci entraîneront des résultats erronés et une erreur dans les interprétations. La Variabilité de la Fréquence Cardiaque (VFC) est un outil régulièrement utilisé pour le suivi des athlètes. Pour ce faire, la mesure du périodogramme est réalisée à partir d'outils non médicaux dont on vérifie préalablement la précision (Gamelin 2009). A ce jour, il n'y a pas de consensus sur les limites de précision acceptables pour l'analyse de la VFC afin que la précision de mesure n'engendre pas de modification significative des résultats. Nous avons donc élaboré un logiciel capable de générer des erreurs de différentes grandeurs sur des périodogrammes afin de vérifier comment ces erreurs influencent l'analyse de la VFC.

Méthodologie

Pour la réalisation de ce test, nous avons utilisé trois séries de 25 signaux de 512 battements recueillis lors d'études précédentes par un ECG Dual BIO Amp et un Powerlab (AD Instrument, Castle Hill, Australie) dans des situations distinctes : couché, debout et pendant une phase d'exercice réalisé sur un cyclo-ergomètre Monark 828^E (Monark Exercise AB, Vansbro, Sweden) à intensité sous maximale de 175W. Pour chacun des 75 périodogrammes obtenus, nous avons généré à l'aide du logiciel Mooky RR resampler développé dans notre laboratoire, 15 nouveaux périodogrammes dont les limites d'agrément de la comparaison de Bland & Atlman par rapport au tracé d'originaux sont 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28 et 30 ms. Pour la création de ces nouveaux tracés, nous avons ajouté pour chaque battement une erreur comprise entre - 30 à + 30 ms d'un lot de tirage. Chaque niveau d'erreur, un lot de tirage différent existe.

L'analyse de la VFC a ensuite été réalisée sur les 1125 périodogrammes à l'aide du logiciel Kubios HRV analysis software 2.0 pour windows (University of Kuopio, Finland). Nous avons retenu plusieurs indices fournis par ce logiciel pour la comparaison ; **SDNN** : la déviation standard des RR, **RMSSD** : la racine carrée des différences au carré des intervalles RR successifs, **pNN50** : Le pourcentage des RR successifs différents de plus de 50 ms, **LF** : le pourcentage de puissance de la bande des Basses Fréquences, **HF** : le pourcentage de puissance de la bande des Hautes Fréquences, **LF/HF** : le rapport des LF sur HF ; **SD1 et SD 2** : de l'analyse de Poincaré

Analyse Statistique

Pour les trois situations : exercice, position couché et position debout, nous avons comparé les 8 indices avec les valeurs de référence (0) pour chaque série de ± 2 à ± 30 ms. Nous avons utilisé le logiciel Sigmaplot 12.0 (Systat Software Inc ; Allemagne) pour réaliser des ANOVA à un facteur avec $P > 0.05$.

Résultats

Les résultats des différentes comparaisons sont présentés dans le tableau 1. Ces résultats montrent clairement que l'imprécision d'un système de mesure n'aura pas les mêmes répercussions sur les résultats en fonction de la situation dans laquelle celle-ci est réalisée. En situation de repos l'imprécision de mesure n'influencera que peu les paramètres analysés dans la limite de 30 ms (excepté LF/HF à partir de 28 ms) alors que dans une situation d'exercice, on trouve des différences

significatives dès ± 4 ms d'erreur pour des paramètres tels que RMSSD, SD1, puis LF/HF à partir de ± 6 ms et HF à partir de ± 8 ms.

Tableau 1. Résultats de l'analyse de la VFC par tranche d'erreur pour les 3 situations

Exercice																
Lim	0	± 2	± 4	± 6	± 8	± 10	± 12	± 14	± 16	± 18	± 20	± 22	± 24	± 26	± 28	± 30
SDNN	19,41	19,82	19,9	20,17	20,27	20,52	20,95	21,74	21,7	22,05	22,38	23,01	23,8	24,1	24,77*	25,53*
RMSSD	5,6	5,89	6,50*	7,36*	8,26*	9,19*	10,60*	11,86*	13,09*	14,24*	15,61*	16,79*	18,00*	19,80*	20,62*	22,25*
pNN50	0,17	0,19	0,17	0,17	0,17	0,21	0,2	0,22	0,24	0,29	0,28	0,31	0,44	0,5	0,47	0,68
LF	71,14	71,55	70,59	68,87	67,3	66,55	63,94	63,76*	57,98*	57,12*	53,73*	52,33*	49,79*	46,65*	47,03*	43,91*
HF	5,3	5,55	6,27	7,56	9,06*	10,45*	12,15*	14,36*	18,15*	17,90*	21,14*	21,55*	25,76*	27,83*	28,24*	31,63*
LF/HF	5,36	4,69	4,03	3,51*	2,91*	2,35*	2,33*	1,81*	1,62*	1,72*	1,36*	1,40*	1,07*	1,10*	1,02*	0,97*
SD1	3,97	4,17	4,60*	5,21*	5,84*	6,51*	7,50*	8,39*	9,27*	10,08*	11,05*	11,88*	12,74*	14,02*	14,59*	15,75*
SD2	27,04	27,59	27,64	27,91	27,92	28,12	28,49	29,38	29,02	29,28	29,36	30,02	30,87	30,7	31,5	32,14
Couché																
Lim	0	± 2	± 4	± 6	± 8	± 10	± 12	± 14	± 16	± 18	± 20	± 22	± 24	± 26	± 28	± 30
SDNN	80,03	80,03	80,07	80,07	80,2	80,16	80,37	80,42	80,53	80,64	80,88	81	81,11	81,32	81,55	81,88
RMSSD	63,05	63,07	63,14	63,24	63,48	63,53	63,85	64,35	64,45	64,85	65,28	65,63	66,16	66,75	67	67,71
pNN50	27,87	27,79	27,99	27,94	28,16	28,13	28,07	28,85	28,7	29,57	29,84	30,19	31,04	31,62	31,79	32,4
LF	37,31	37,28	37,27	37,13	37,27	37,2	37,36	36,8	36,73	36,81	36,75	36,2	35,95	35,73	35,37	35,67
HF	32,33	32,36	32,37	32,41	32,52	32,51	32,55	33,11	33,12	32,91	33,2	33,69	33,77	33,96	34,58	33,84
LF/HF	1,69	1,68	1,68	1,69	1,63	1,65	1,59	1,53	1,56	1,56	1,49	1,43	1,44	1,38	1,32*	1,33*
SD1	44,63	44,64	44,69	44,76	44,93	44,96	45,2	45,55	45,62	45,9	46,21	46,45	46,83	47,24	47,42	47,92
SD2	102,6	102,6	102,64	102,62	102,74	102,68	102,9	102,83	102,97	103,04	103,27	103,39	103,36	103,54	103,83	104,12
Debout																
Lim	0	± 2	± 4	± 6	± 8	± 10	± 12	± 14	± 16	± 18	± 20	± 22	± 24	± 26	± 28	± 30
SDNN	48,96	48,97	48,99	49,03	49,08	49,19	49,41	48,49	49,73	49,83	49,95	50,44	50,7	50,84	51,06	51,2
RMSSD	22,32	22,38	22,54	22,81	23,14	23,58	24,14	24,24	25,49	26,07*	26,73*	27,86*	28,63*	29,30*	30,42*	31,16*
pNN50	4,06	4,04	4,2	4,18	4,36	4,63	4,51	4,51	5,24	5,6	5,71	6,43*	6,87*	7,55*	8,17*	8,90*
LF	34,72	34,74	34,64	34,58	34,62	34,28	33,76	34,68	33,86	33,44	33,39	32,78	33,25	33,02	32,24	31,45
HF	13,6	13,65	13,67	13,81	14,02	14,24	14,38	15,34	14,9	15,19	16,06	16,13	16,43	16,51	17,07	17,6
LF/HF	6,85	6,67	6,63	6,35	6,12	6,03	5,92	5,32	5,41	5,16	4,83	4,87	4,58	4,35	4,34	4,33
SD1	15,8	15,84	15,95	16,14	16,38	16,69	17,09	17,16	18,04	18,46*	18,92*	19,72*	20,26*	20,74*	21,53*	22,06*
SD2	67,3	67,32	67,31	67,34	67,34	67,44	67,67	66,29	67,89	67,91	67,97	68,46	68,68	68,73	68,81	68,84

Conclusion

La précision de la mesure de l'intervalle RR est la base de l'analyse de la VFC. La seule recommandation portant sur la précision est celle du Task Force (Task Force 1996) demandant une fréquence d'échantillonnage minimum de l'outil de 250 Hz. induisant une précision maximale de ± 4 ms. Ce travail montre que la précision du périodogramme revêt une importance capitale à l'exercice et dans toutes situations avec de faible variabilité. Il est donc important de choisir un outil avec une précision adaptée lorsque l'on utilise l'analyse de la VFC à l'exercice (Cassirame 2014).

Références

- Cassirame, Johan, Nicolas Tordi, Nicolas Fabre, Sébastien Duc, Fabienne Durand, and Laurent Mourot. 2014. "Heart Rate Variability to Assess Ventilatory Threshold in Ski-Mountaineering." *European Journal of Sport Science*, September, 1–8.
- Heart Rate Variability. Standards of Measurement, Physiological Interpretation, and Clinical Use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. 1996. *European Heart Journal* 17 (3): 354–81.
- Gamelin, François Xavier, Serge Berthoin, and Laurent Bosquet. 2006. "Validity of the Polar S810 Heart Rate Monitor to Measure R-R Intervals at Rest." *Medicine and Science in Sports and Exercise* 38 (5): 887–93. doi:10.1249/01.mss.0000218135.79476.9c.

Effet de la fatigue de muscles extenseurs de hanche sur l'équilibre postural

Pauline Chezeaud¹, Fanny Locquet¹, Fatima El Ouafi¹, Claire Brabant¹ et Philippe Dedieu^{1,2}

¹ : IRFSS – PREFASS, Limoges

² : PRISSMH – LAPMA, Toulouse.

Introduction

Des adaptations neuro-musculaires permettent de répondre aux contraintes de la station bipède afin de lutter contre la gravité. La stabilité posturale est ainsi obtenue par la contraction musculaire de la chaîne postérieure dans le but de lutter contre les déséquilibres, l'enjeu étant de minimiser les conséquences des perturbations afin de maintenir l'équilibre postural. Deux types de muscles sont identifiables, les muscles antigravitaires et les muscles dédiés au mouvement (Dufour & Pillu, 2005). Les conséquences de la fatigue des muscles mobilisateurs ont été explorées par de nombreuses études mettant en évidence en particulier une perte de précision dans les tâches réalisées (Enoka & Duchateau, 2008). De même, les effets de la fatigue musculaire sur l'équilibration ont été étudiés au travers de l'activité des muscles lombaires et abdominaux (oblique externe) ainsi que celle des muscles distaux du membre inférieur. Le rôle des extenseurs de hanche sur le maintien postural a été peu exploré (Mahyar S. 2007). L'analyse EMG a montré une augmentation de l'amplitude de la réponse musculaire ainsi qu'une activation plus rapide dans le but de compenser la perte de force après la fatigue (Dupeyron, Perrey, Micallef, & Pélissier, 2010). Ces muscles ont un rôle prépondérant dans le maintien de la station érigée en assurant la liaison entre le tronc et l'appareil locomoteur, reprenant la description de Perry et Burnfield (2010), entre l'unité passagère et l'unité locomotrice. Cependant, on peut s'interroger sur les conséquences de la fatigue musculaire des muscles extenseurs de hanche sur la stabilité posturale en situation de déséquilibre. L'objet de ce travail est d'étudier l'influence de la fatigue des muscles extenseurs de hanche sur le maintien de la posture et l'équilibration face à un déséquilibre.

Méthode

Vingt sujets volontaires ont participé à l'expérimentation. Ils ne présentaient pas d'antécédent de pathologie articulaire, musculaire, ni de troubles de l'équilibre. L'activité musculaire du Biceps Femoris, du Gluteus Maximus et du Rectus Femoris a été enregistrée à l'aide d'un système EMG de surface (Trigno™ Wireless System, Delsys, Boston, MA) à 1000 Hz, ainsi que les paramètres stabilométriques (instabilité Latéro-Latérale, instabilité Antéro-Postérieure, L/S) pendant 51 seconde selon le protocole de l'API (Win-Posturo, Médicapture) avant et après un protocole de fatigue dans deux conditions expérimentales : sur surface stable et sur plateau de Freeman modifié. Le protocole de fatigue consistait en une série d'extensions de hanche en procubitus, genou fléchi à 90°. Lorsque le sujet ne parvenait plus à toucher une cible 3 fois de suite, une pause de 20 secondes était effectuée puis une seconde série d'extensions était réalisée sur les mêmes critères. L'amplitude RMS (Root Mean Square) du signal EMG a été calculée par intervalle de 10 m.s afin d'évaluer l'activité musculaire (Hermens, Freriks, Disselhorst-Klug, & Rau, 2000; Kallenberg, Schulte, Disselhorst-Klug, & Hermens, 2007). Les données ont été moyennées et analysées par une ANOVA à mesure répétée (surface x fatigue). Le seuil de significativité de 95 % a été retenu ($P < 0.05$).

Résultats

L'analyse des paramètres stabilométriques indique une augmentation de l'instabilité posturale sur surface stable que ce soit le long de l'axe antéro-postérieur ou le long de l'axe latéro-latéral. En revanche, aucune différence significative n'est observée lorsque le sujet est stabilisé sur le plateau de Freeman. Après fatigue, le point moyen de projection du Centre de Gravité est antériorisé sur surface stable et postériorisé lorsque le sujet est stabilisé sur le plateau de Freeman. L'activité musculaire du *Biceps Femoris* et du *Gluteus Maximus* (extenseurs de hanche) est augmentée après fatigue que ce soit sur surface plane ou sur le plateau de Freeman alors que l'activité du *Rectus Femoris* reste inchangée.

Discussion

L'objet de ce travail était d'étudier l'influence de la fatigue des muscles extenseurs de hanche sur le maintien de la posture et l'équilibration face à un déséquilibre.

En accord avec les travaux antérieurs (Enoka & Duchateau, 2008), la fatigue musculaire se traduit par une augmentation d'activité liée, semble-t-il, à une augmentation du recrutement des Unités Motrices (Houtman, Stegeman, Van Dijk, & Zwarts, 2003). Le ratio d'activité musculaire entre extenseurs et fléchisseur est modifié provoquant alors des changements d'équilibre postural sur surface plane. La postériorisation du centre de gravité sur plateau de Freeman indiquerait alors que le corps aurait tendance à réagir aux déséquilibres par une sollicitation augmentée des muscles extenseurs de hanche, entraînant une atténuation de l'équilibre d'activité conjointe du couple agoniste antagoniste. Les extenseurs de hanche ont une fonction antigravitaire marquée (Bouisset & Maton, 1995). La fatigue musculaire de ces muscles provoquant une altération de l'équilibration, il serait pertinent que la rééducation de patients ayant un trouble de l'équilibre d'origine musculaire soit centrée sur le renforcement de l'ensemble des muscles antigravitaires.

Références

- Bouisset, S., & Maton, B. (1995). *Muscles, posture et mouvement*. Paris: Hermann.
- Dufour, M., & Pillu, M. (2005). *Biomécanique fonctionnelle*. Paris: Masson.
- Dupeyron, A., Perrey, S., Micallef, J.-P., & Pélissier, J. (2010). Influence of back muscle fatigue on lumbar reflex adaptation during sudden external force perturbations. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 20 426-432.
- Enoka, R. M., & Duchateau, J. (2008). Muscle fatigue: what, why and how it influences muscle function. *Journal of Physiology*, 586((Pt 1)), 11-23.
- Houtman, C. J., Stegeman, D. F., Van Dijk, J. P., & Zwarts, M. J. (2003). Changes in muscle fiber conduction velocity indicate recruitment of distinct motor unit populations. *Journal of Applied Physiology*, 95:, 1045-1054.
- Perry, J., & Burnfield, J. (2010). *Gait analysis: normal and pathological function* (2nd ed.). Thorofare (NJ): SLACK Incorporated.

La vitesse optimale comme déterminant du risque de chute : étude préliminaire

F. Chorin^{1,2,3}, A. Rahmani², C. Cornu² et B. Beaune²

¹ Centre d'Innovation et d'Usages en Santé – CIU-Santé – Nice France

² Laboratoire « Motricité, Interactions, Performance » (EA 4334), Université Le Mans – Nantes

³ LAMHESS – Laboratoire Motricité Humaine, Education, Sport, Santé, UFR STAPS – Nice

frederic.chorin@ciousante.org

Introduction

Les relations force (ou moment)-vitesse et puissance-vitesse permettent de caractériser des paramètres mécaniques qui peuvent nous renseigner sur les facteurs musculaires liés au phénomène de vieillissement (Cléménçon et al., 2008). En effet, la relation entre la diminution de la puissance maximale et la performance physique chez les personnes âgées a été mise en évidence par le paramètre de vitesse optimale (Cléménçon et al., 2008). En conséquence des modifications physiologiques et structurelles avec l'âge, le profil force-vitesse des muscles est altéré : la force et la puissance musculaires sont réduites pour toutes les vitesses de contractions explorées (Perry et al., 2007). Il a été montré que la puissance maximale, estimée lors d'extensions de genou en mode isocinétique à 100deg/s, chez les personnes âgées chuteuses était inférieure à celle produite par des personnes n'ayant jamais chuté (Skelton et al., 2002). L'évaluation isocinétique proposée dans cette étude a pour objectif de confirmer le déficit de force et de vitesse optimale associé à la perte de puissance avec l'âge, en supposant que les personnes chuteuses présentent des profils force-vitesse différents des personnes n'ayant jamais chuté. Si cette hypothèse est confirmée, la principale conséquence serait de favoriser l'adaptation des protocoles de réentraînement généralement effectués en force, par des protocoles plutôt ciblés sur la notion de vitesse.

Méthode

Quinze personnes ont participé à cette étude. Dix personnes ($74,9 \pm 6,2$ années, $1,58 \pm 0,07$ m, $66,6 \pm 4,7$ kg) étaient considérées comme non chuteuses (*i.e.*, groupe non chuteur : GNC), les cinq autres ($72,7 \pm 5,1$ années, $1,60 \pm 0,06$ m, $64,7 \pm 5,1$ kg) avait déclaré avoir subi un épisode de chute dans l'année précédant le test (*i.e.*, groupe chuteur GC).

Les mesures isocinétiques ont été effectuées sur le membre inférieur dominant au moyen du dynamomètre Biodex système 4 (Biodex Medical Systems, Inc, Shirley, NY) lors d'une série de mouvements d'extension de genou. Les sujets devaient réaliser deux contractions maximales à six vitesses prédéfinies (180, 150, 120, 90, 60 et 30deg/s). Seule la valeur du moment maximal mesuré lors du meilleur des deux essais était retenue pour les analyses statistiques.

Les relations linéaires Moment-Vitesse angulaire (M-V) et polynomiales de second ordre Puissance-Vitesse angulaire (P-V) étaient établies individuellement pour déterminer le moment maximal théorique (M_0), la vitesse maximale théorique de contraction à vide (V_0), la puissance maximale théorique (P_{max}) et la vitesse optimale (V_{opt}). L'ensemble des résultats a été normalisé par la masse de la jambe de chaque individu.

Résultats

Les relations M-V et P-V, et les valeurs des paramètres associés, sont présentées respectivement dans la figure 1. Les coefficients de corrélation sont respectivement compris entre $0,96 < R^2 < 0,98$ et $0,91 < R^2 < 0,98$ chez les chuteurs et les non chuteurs pour les relations P-V et de $0,97 < R^2 < 0,99$ et $0,93 < R^2 < 0,98$ pour les relations M-V. Aucune différence significative n'est relevée entre les deux groupes pour M_0 (3,7%), alors que la V_0 est significativement plus faible (8,1 %, $p < 0,05$) pour GC. Les valeurs de puissance produites à chaque vitesse angulaire sont significativement plus élevées pour les trois vitesses angulaires les plus rapides (120, 150 et 180 deg/s). La P_{max} et la V_{opt} étaient significativement plus faibles chez le GC (respectivement de 6,4% et 7,4%, $p < 0,05$).

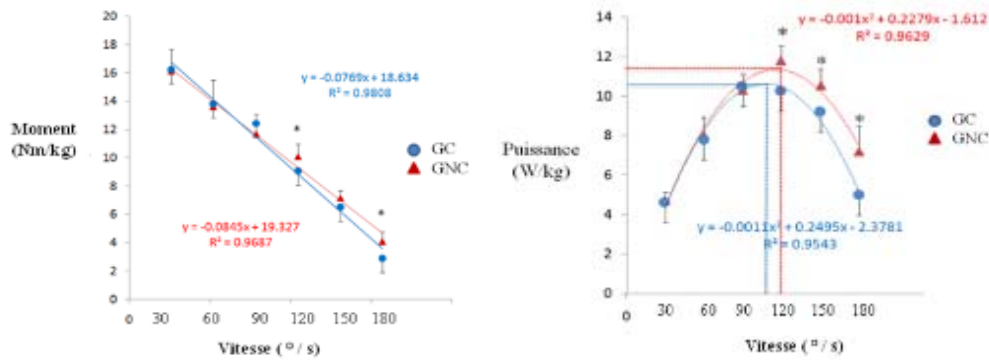


Figure 1. Relation moment-vitesse et puissance - vitesse
 * : $p < 0,05$ différence significative entre les deux populations (GC et GNC)

Discussion

L'objectif de cette étude préliminaire était de déterminer si les profils moment-vitesse angulaire et puissance-vitesse angulaire pouvaient permettre de distinguer un groupe de personnes âgées chuteuses (GC) d'un groupe de personnes âgées non chuteuses (GNC). Quel que soit le groupe considéré, les relations P-V et les valeurs de moment de force mesurées sont conformes à celles obtenues pour le même type de population âgée, et le même groupe musculaire (Callahan et al., 2011). En accord avec Persh et al. (2009) et Skelton et al. (2002), la différence de force et de puissance entre les deux groupes ($GC < GNC$; $p < 0,05$) lors de l'utilisation de vitesses angulaire rapides suggère que c'est le paramètre de vitesse plutôt que celui de force qui est prioritairement touchée par ce déclin. Ainsi, la perte de puissance chez les personnes âgées serait liée au déclin des fibres musculaires de types 2, capables de développer la puissance la plus élevée (Clemençon et al., 2008). Par conséquent, ces résultats confirment que la détermination de la puissance peut contribuer à l'analyse des effets de la dynapénie sur les aptitudes physiques. Ces paramètres (puissance, vitesse) constitueraient alors des indices pertinents dans la différenciation des personnes chuteuses ou non, dont le phénomène de chute pourrait être juste la cause.

Conclusions

Les résultats de notre étude tendent à montrer que les profils M-V et P-V peuvent apporter des informations pertinentes sur la différence de capacités physiques des sujets âgés et sur la distinction de personnes qui ont un fort risque de chute. Même si, dans les programmes de réadaptation ou de remise en forme, la force apparaît souvent comme une composante fondamentale pour prévenir le déclin fonctionnel et diminuer le risque de chute (Persch et al., 2009), nos résultats tendent à montrer que le déficit de puissance lié à l'âge provient principalement d'un déficit de. Il semble donc intéressant d'évaluer par la suite l'impact d'un protocole de réentraînement principalement orienté sur la vitesse plutôt que sur la force.

Références

- Callahan M., Kent-Braun (2011). Effect of old age on human skeletal muscle force-velocity and fatigue properties. *J Appl Physiol*, 1345-1352.
- Clemençon, M., Hautier, C. A., Rahmani, A., Cornu, C., & Bonnefoy, M. (2008). Potential role of optimal velocity as a qualitative factor of physical functional performance in women aged 72 to 96 years. *Arch Phys Med Rehabil*, 89(8), 1594-1599.
- Persch, L.N., Ugrinowitsch, C., Pereira, G., Rodacki, A.L., (2009). Strength training improves fall-related gait kinematics in the elderly: a randomized controlled trial. *Clin. Biomech.* 24, 819–25.
- Perry, MC., Carville, SF., Smith, IC., Rutherford, OM., Newham, DJ (2007). Strength, power output and symmetry of leg muscles: effect of age and history falling. *Eur J Appl Physiol* 100, 553–61.
- Skelton, D. A., Kennedy, J., & Rutherford, O. M. (2002). Explosive power and asymmetry in leg muscle function in frequent fallers and non-fallers aged over 65. *Age Ageing*, 31(2), 119-125.

L'électrostimulation neuromusculaire à domicile améliore l'endurance et la qualité de vie des patients avec une broncho-pneumopathie chronique obstructive

Jérémy Coquart¹ et Jean-Marie Grosbois²

¹ CETAPS (EA 3832), UFR STAPS, Université de Rouen

² Formation Santé

jeremy.coquart@voila.fr

Introduction

Pour les patients avec une broncho-pneumopathie chronique obstructive (BPCO), les effets sur tolérance à l'exercice de l'électrostimulation (ES) neuromusculaire des membres inférieurs (et plus spécifiquement du quadriceps), réalisée à domicile, restent controversés dans la littérature. En effet, bien que Neder et al. (2002) suggèrent une amélioration de l'endurance et de la puissance après un programme d'ES à domicile, cet effet bénéfique n'était pas récemment confirmé par Napolis et al. (2011). De ce fait, les programmes d'ES à domicile ne sont pas proposés en routine à tous les patients avec une BPCO (*i.e.*, patients tout venant).

D'autre part, en plus de l'amélioration de l'endurance et de la puissance, l'ES à domicile semble améliorer la qualité de vie des patients avec une BPCO (Neder et al., 2002). Toutefois, cette étude s'est focalisée seulement sur une minorité de patients avec une BPCO, *i.e.*, ceux atteints sévèrement par la maladie, et il n'est pas sûr que tous les patients profitent de ce bénéfice.

Objectif

L'objectif de cette étude était d'examiner l'effet de l'ES à domicile sur la locomotion, l'équilibre et l'endurance, ainsi que sur la qualité de vie des patients tout venant avec une BPCO, indépendamment de la sévérité de cette pathologie.

Méthode

Vingt neuf patients avec un diagnostic de BPCO (hommes : 72,4% ; âge : $68,3 \pm 9,2$ ans ; taille : 167 ± 9 cm ; masse corporelle : $68,9 \pm 17,9$ Kg ; indice de masse corporelle : $24,8 \pm 6,4$ Kg.m⁻² ; volume expiratoire maximal seconde, VEMS : $0,969 \pm 0,321$ L ou $37,8 \pm 12,5\%$ VEMS prédit ; capacité vitale forcée, CVF : $1,959 \pm 0,519$ L ou $58,8 \pm 9,8\%$ CVF prédite ; VEMS/CVF : $50,3 \pm 12,8\%$; sévérité de la BPCO : 6 modérées, 14 sévères et 9 très sévères) ont suivi à domicile un programme de réhabilitation de 6 semaines. Cette étude était proposée aux patients tout venant avec une BPCO et se rendant à l'hôpital pour leur suivi annuel.

Ce programme comprenait un protocole d'ES (Cefar Rehab X2, CefarCompex[®], **Guildford, Royaume Uni**), lequel était appliqué 2 fois par jour simultanément sur des quadriceps avec les caractéristiques suivantes : fréquence = 50 Hz, durée de contraction : 5 s, durée de la récupération : 8 s, durée d'impulsion = 400 μ s, intensité = auto-régulée par le patient en deçà de son seuil de douleur (« maximum supportable »). Ce protocole d'ES a été complété par une séance de renforcement musculaire périphérique (6-8 exercices de 10 répétitions avec une période de récupération passive de 1-3 min entre chaque exercice) quotidienne (laquelle était encadrée par un professionnel une fois par semaine).

Avant et après le programme de réhabilitation, les patients ont complété 2 questionnaires (HAD : "hospital anxiety and depression questionnaire" et MRF-28 : "Maugeri foundation respiratory failure questionnaire"). De plus, ils ont réalisé un test de locomotion et d'équilibre (le "timed get-up-and-go test" : TGUG) et un test d'endurance (test sur stepper de 6 minutes : TS6M).

Résultats

Comme une diminution du score au MRF-28 est synonyme d'une amélioration de la qualité de vie, après le programme d'entraînement, les scores des composantes "activité quotidienne" et "qualité de

vie reliée à la santé" du MRF-28 étaient significativement améliorés ($P < 0,01$ pour les deux ; Tableau 1). De plus, les patients augmentaient significativement leur performance lors du TS6M ($P < 0,01$; Tableau 1).

Tableau 1. Evolution de l'anxiété, la dépression, la qualité de vie et des performances aux tests physiques après le programme d'entraînement.

Questionnaire/ test	Variable	Avant	Après	Différence entre avant et après (%)
HAD	Score d'anxiété (/21)	8,4 ± 5,0	8,6 ± 4,8	+2,9
	Score de dépression (/21)	8,2 ± 4,3	6,8 ± 3,9	-18,0
MRF-28	Activité quotidienne (%)	58,5 ± 27,6	45,1* ± 27,8	-22,9
	Fonction cognitive (%)	23,3 ± 35,3	28,6 ± 33,8	+22,8
	Invalidité (%)	72,4 ± 24,2	60,7 ± 31,0	-16,2
	Qualité de vie reliée à la santé (%)	55,5 ± 20,3	46,4* ± 21,4	-16,4
TGUG	Performance (s)	12,1 ± 6,0	10,3 ± 4,0	-14,4
	Performance (coups)	185 ± 98	243* ± 110	+31
	Nombre d'arrêts (n)	2,3 ± 1,5	1,9 ± 1,7	-14,3
	Saturation en oxygène au repos (%)	96,3 ± 2,0	96,4 ± 2,3	+0,1
	Saturation en oxygène à la fin de l'exercice (%)	93,6 ± 4,8	94,3 ± 4,9	+0,8
	Fréquence cardiaque de repos (bpm)	90 ± 17	88 ± 16	-2,1
	Fréquence cardiaque à la fin de l'exercice (bpm)	110 ± 16	108 ± 17	-1,2
	Perception de fatigue musculaire (/10)	4,6 ± 2,1	4,3 ± 1,9	-6,1
TS6M	Perception de dyspnée (/10)	5,5 ± 2,3	5,0 ± 1,9	-9,1

Légende : HAD : hospital anxiety and depression questionnaire, MRF-28 : Mageri foundation respiratory failure questionnaire, TGUG : timed get-up-and-go test, TS6M : test sur stepper de 6 minutes.

Conclusion

Cette étude montre qu'un programme d'ES à domicile permet d'améliorer l'endurance des patients avec une BPCO, lorsqu'il est combiné à un renforcement musculaire périphérique, et ce, indépendamment de la sévérité de la maladie. De plus, cette progression semble permettre aux patients d'améliorer leur qualité de vie perçue. Tous ces bénéfices sont probablement liés aux adaptations neuromusculaires générées par le programme d'entraînement, et plus particulièrement par l'ES. Cependant, ces bénéfices sont à pondérer puisque la présente étude ne comprend pas de groupe "contrôle". De plus, il serait maintenant intéressant d'examiner séparément l'effet d'un programme d'ES en fonction de la sévérité de l'obstruction bronchique. En effet, des études ont déjà fait état de divergence dans la réponse à l'ES en fonction de cette sévérité. Malheureusement, cette perspective n'a pu être vérifiée dans la présente étude du fait du faible effectif de patients avec une BPCO modérée ($n = 6$).

Références

- Napolis, L. M., Dal Corso, S., Neder, J. A., Malaguti, C., Gimenes, A. C., & Nery, L. E. (2011). Neuromuscular electrical stimulation improves exercise tolerance in chronic obstructive pulmonary disease patients with better preserved fat-free mass. *Clinics*, 66(3), 401-406.
- Neder, J. A., Sword, D., Ward, S. A., Mackay, E., Cochrane, L. M., & Clark, C. J. (2002). Home based neuromuscular electrical stimulation as a new rehabilitative strategy for severely disabled patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax*, 57(4), 333-337.

L'entraînement au point de croisement des débits d'oxydation glucidique et lipidique améliore les données anthropométriques et la condition physique des femmes avec un syndrome métabolique, mais pas la qualité de vie

Jérémy Coquart¹, Guillaume Boitel², Benoit Borel³, Alain Duhamel⁴, Régis Matran⁵, Pascal Delsart⁶, Claire Mounier-Vehier⁶ et Murielle Garcin²

¹ CETAPS (EA 3832), UFR STAPS, Université de Rouen

² UDSL (EA4488), UFR STAPS, Université de Lille

³ HAVAE (EA 6310), UFR STAPS, Université de Limoges

⁴ Département des Bio-statistiques (EA 2694), Université de Lille

⁵ Service des Explorations Fonctionnelles et Respiratoires, Centre Hospitalier Universitaire de Lille

⁶ Service de Médecine Vasculaire et d'Hypertension Artérielle, Centre Hospitalier Universitaire de Lille

jeremy.coquart@voila.fr

Introduction

L'intensité de l'exercice correspondant au point de croisement des débits d'oxydation glucidique et lipidique (PC_{GL}) est considérée par certains auteurs comme l'intensité d'exercice métaboliquement optimale chez des patients avec des anomalies métaboliques. En effet, en théorie, à cette intensité d'exercice, l'énergie est équitablement apportée par le métabolisme des glucides et celui des lipides (Brooks & Mercier, 1985), tous deux perturbés chez les patients avec un syndrome métabolique (SM). Cependant, encore trop peu d'études ont examiné les effets d'un programme d'entraînement à cette intensité d'exercice particulière sur la composition corporelle des patients et leur condition physique.

D'autre part, le SM est clairement associé à une réduction de la qualité de vie (Frisman & Kristenson, 2009), et il est généralement admis que la composition corporelle et la condition physique sont étroitement liées à cette dernière. Pourtant aucune étude, à notre connaissance, a examiné l'effet d'un programme d'entraînement à PC_{GL} sur la qualité de vie des femmes avec un SM.

Objectif

L'objectif de cette étude était d'examiner les effets d'un programme d'entraînement à PC_{GL} sur les données anthropométriques et la condition physique des femmes avec un SM, ainsi que sur la qualité de vie.

Méthode

Dix-neuf femmes obèses avec un SM (âge: 54,8 ± 8,1 ans ; taille : 161 ± 6 cm) suivaient un programme d'entraînement de 12 semaines. Ce programme consistait en trois sessions par semaine de 45 minutes sur bicyclette ergométrique. L'intensité imposée durant les sessions d'entraînement correspondait à la perception d'effort à PC_{GL}. Avant et après le programme d'entraînement, des données anthropométriques (*i.e.*, masse corporelle, indice de masse corporelle, circonférences de la taille et des hanches, pourcentage de masse grasse et de masse maigre) et le débit maximal d'oxygène (VO₂max) étaient mesurées, puis comparées. Il en était de même avec la qualité de vie, laquelle était mesurée via le "Medical Outcome Study Short Form-36" (MOS SF-36). Ce questionnaire générique était utilisé car, à notre connaissance, aucun questionnaire spécifique au SM n'a été validé en langue française.

Résultats

Après le programme d'entraînement, toutes les variables anthropométriques évoluaient favorablement ($P < 0,001$; Tableau 1). De plus, le VO₂max était significativement augmenté (Tableau 1). En revanche, quelle que soit la composante de la qualité de vie, aucune évolution significative était constatée ($P > 0,05$; Tableau 1).

Tableau 1. Evolution des données anthropométriques, du débit maximal d'oxygène et des scores de qualité de vie après le programme d'entraînement.

	Avant	Après	Valeur de P
Masse corporelle (Kg)	89,0 ± 12,2	86,2 ± 11,0	< 0,001
Indice de masse corporelle (Kg.m ⁻²)	34,5 ± 4,0	33,4 ± 3,6	< 0,001
Circonférence de la taille (cm)	106 ± 10	100 ± 9	< 0,001
Circonférence des hanches (cm)	117 ± 11	114 ± 11	< 0,001
Masse grasse (%)	43,3 ± 4,6	41,9 ± 4,6	< 0,001
Masse maigre (%)	56,7 ± 4,6	58,2 ± 4,6	< 0,001
Débit maximal d'oxygène (mL.min ⁻¹ .Kg ⁻¹)	16,6 ± 3,4	18,1 ± 4,1	0,006
Score moyen de la composante physique	69,2 ± 14,6	71,7 ± 21,9	0,591
Activité physique	74,5 ± 22,5	79,5 ± 19,2	0,135
Limitations dues à l'état physique	88,2 ± 17,4	80,3 ± 31,8	0,479
Douleur physique	54,9 ± 24,3	67,2 ± 33,9	0,132
Santé perçue	59,2 ± 16,2	59,7 ± 17,0	0,958
Score moyen de la composante mentale	61,6 ± 14,5	62,4 ± 14,7	0,832
Vitalité	54,0 ± 19,5	52,7 ± 18,9	0,679
Vie et relations avec les autres	69,6 ± 24,0	67,1 ± 31,2	0,765
Limitations dues à l'état psychique	79,0 ± 25,4	87,7 ± 22,8	0,313
Santé psychique	43,9 ± 18,6	42,1 ± 18,4	0,771

Conclusion

Cette étude suggère qu'un programme d'entraînement au PC_{GL} semble avoir des effets bénéfiques sur les données anthropométriques des femmes avec un SM. De plus, ce type d'entraînement semble permettre d'améliorer aussi leur condition physique (*i.e.*, augmentation significative du $\dot{V}O_2\text{max}$). Cependant, ces bénéfices sont à modérer puisque aucune amélioration significative n'a été observée en ce qui concerne la qualité de vie perçue par les patientes. Ce résultat peut s'expliquer par la perte pondérale, qui bien que significative ($P < 0,001$) reste faible (-2,8 Kg en moyenne, soit -3,1% de la masse corporelle). De même, il est probable que la qualité de vie n'est pas été significativement améliorée du fait que le questionnaire générique utilisé (*i.e.*, le SF-36) ne soit pas valide chez les patients avec un SM, ou pas suffisamment sensible pour détecter les effets de l'entraînement dans cette population.

Références

- Brooks, G. A., & Mercier, J. (1985). Balance of carbohydrate and lipid utilization during exercise: the "crossover" concept. *J Appl Physiol*, 76(6), 2253-2261.
- Frisman, G. H., & Kristenson, M. (2009). Psychosocial status and health related quality of life in relation to the metabolic syndrome in a Swedish middle-aged population. *Eur J Cardiovasc Nurs*, 8(3), 207-215.

Relations entre le lancer de balle, la vitesse de nage et la force isocinétique des muscles l'épaule chez des joueuses de water-polo de haut niveau

Frédéric N. Daussin¹ et Nicolas Olivier¹

¹ URePSSS – Equipe 1 : Activité Physique, Muscle, Santé.
frederic.daussin@univ-lille2.fr

Introduction

La vitesse de tir est une des habilités motrices les plus importantes dans la performance au water-polo (Abraldes 2012). La réussite d'un tir dépend de deux variables : la force du tir et de la précision (Freeston et al. 2014). Une vitesse de tir importante sera avantageuse et réduira le temps d'intervention du gardien. Tandis qu'une grande précision permettra d'augmenter la distance que le gardien doit effectuer pour bloquer le tir. Le tir met en jeu les rotateurs internes mais aucun lien n'a pour l'instant été établi entre les capacités musculaires de rotateurs internes et la vitesse de tir en water-polo.

La vitesse de déplacement est également impliquée dans la performance en water polo. Au cours d'un match, les joueuses vont être amenées à répéter des efforts de haute intensité. Une joueuse de haut niveau répète en moyenne au cours d'un match 20±11 déplacements en sprint d'une durée de 7±2 secondes ainsi que 13±9 actions explosives d'une durée de 2±1 secondes (Tan et al. 2009). Lors de ces efforts, les contractions musculaires sont maximales et aucune étude n'a mis en relation les capacités musculaires des extenseurs de l'épaule et la vitesse de nage.

L'objet de notre étude est d'identifier si une évaluation isocinétique des muscles de l'épaule est représentative des performances au tir et des vitesses de déplacement de joueuses de water-polo de haut niveau.

Matériel et méthode

Quinze joueuses de water-polo du collectif de l'équipe de France A féminine ont participé à cette étude (âge : 22±2 ans ; taille : 172±8 cm ; poids : 68±9 kg). La vitesse de tir a été évaluée à l'aide d'un radar (SR3600, Sports Radar, Homosassa, USA) lors d'une série de 5 tirs effectués à 5 m du but. Les vitesses de nage ont été mesurées sur trois distances : 25m, 100m et 400m. Le départ pour chacun de ces tests s'est effectué dans l'eau.

Les évaluations musculaires ont été réalisées sur un ergomètre isocinétique (Con-Trex, Medimex, Sainte Foy les Lyon, France). L'évaluation des rotateurs internes (RI) et externes (RE) a été effectuée sur le bras utilisé pour le tir. Les sujets étaient placés en position de décubitus dorsal, bras à 90° d'abduction frontale avec une flexion de coude à 90°. L'amplitude du mouvement était de 120°. Trois conditions ont été testées : 1) 3 mouvements concentriques à 60°/sec, 2) 3 mouvements concentriques à 240°/sec et 3) 3 mouvements excentriques des rotateurs externes à 60°/sec avec un retour passif à la même vitesse. L'évaluation des extenseurs des deux épaules a été effectuée en position de décubitus dorsal sur une amplitude de 140°. Deux tests des extenseurs ont été réalisés avec un retour passif : 1) 3 mouvements concentriques à 60°/sec et 2) 20 mouvements concentriques à 240°/sec. Pour chacun de ces tests, le couple maximal relatif en N·m·kg⁻¹ a été relevé et le travail total relatif en J·kg⁻¹ a été relevé lors du test de 20 répétitions des extenseurs de l'épaule. Les ratios suivants ont été déterminés : 1) RE/RI en concentrique à 60°/sec, 2) RE/RI en concentrique à 240°/sec et 3) ratio mixte RE en excentrique à 60°/sec divisé par RI en concentrique à 240°/sec. Les relations entre les tests isocinétiques et les paramètres de terrain ont été établies en utilisant une analyse de corrélation de Spearman (p<0,05).

Résultats

La vitesse maximale de tir relevée est de 55±3 km·h⁻¹. Les corrélations entre la vitesse de tir et la force isocinétique des rotateurs de l'épaule (Tableau 1) mettent en évidence que seul le pic de couple des RE mesuré lors d'une contraction excentrique à 60°/sec est prédicteur de la vitesse de tir.

Les vitesses de déplacement étaient de $1,76 \pm 0,1 \text{ m}\cdot\text{sec}^{-1}$ lors du 25m, $1,43 \pm 0,1 \text{ m}\cdot\text{sec}^{-1}$ lors du 100m et $1,25 \pm 0,1 \text{ m}\cdot\text{sec}^{-1}$ lors du 400m.

Tableau 1. Relation entre la vitesse de tir et la force isocinétique des rotateurs de l'épaule

Paramètres isocinétiques	Vitesse angulaire ($^{\circ}\cdot\text{sec}^{-1}$)	Vitesse de tir ($\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$)
Pic couple RI ($\text{N}\cdot\text{m}\cdot\text{kg}^{-1}$)	Con 60	0,35
	Con 240	0,45
Pic couple RE ($\text{N}\cdot\text{m}\cdot\text{kg}^{-1}$)	Exc 60	0,72**
	Con 60	0,69
Ratio RE/RI	Con 240	0,68
	Exc 60 / Con 240	0,13

RI : rotateurs internes, RE : rotateurs externes, Con : concentrique, Exc : excentrique, ** $p < 0,01$.

Les corrélations entre la vitesse de nage et la force isocinétique des extenseurs de l'épaule (Tableau 2) montrent que la capacité à nager vite (25m) est influencée par la force isocinétique.

Tableau 2. Relation entre la vitesse de nage et la force isocinétique des extenseurs de l'épaule

Paramètres isocinétiques	Vitesse angulaire ($^{\circ}\cdot\text{sec}^{-1}$)	25m (sec)	100m (sec)	400m (sec)
Pic couple RI ($\text{N}\cdot\text{m}\cdot\text{kg}^{-1}$)	Con 60	0,71**	0,28	0,32
	Con 240	0,74**	0,23	0,16
Travail total ($\text{J}\cdot\text{kg}^{-1}$)	Con 240	0,76**	0,20	0,10

Con : concentrique, Exc : excentrique, ** $p < 0,01$.

Discussion

La vitesse de tir chez des joueuses de water-polo est influencée par la force excentrique des rotateurs externes. Ces résultats suggèrent que la capacité à freiner le mouvement du lancer est un élément déterminant dans la vitesse de tir et qu'un entraînement excentrique des RE peut être utile dans l'amélioration de la vitesse de tir. La force des rotateurs internes n'est pas directement impliquée dans la vitesse de tir. Ces résultats peuvent s'expliquer par la complexité du mouvement de tir qui implique d'autres groupes musculaires tel que les muscles du tronc, du bassin et des membres inférieurs (Melchiorri et al. 2014).

La relation entre la vitesse de nage à haute intensité observée sur 25m et la force isocinétique supporte l'importance de la force musculaire des extenseurs de l'épaule dans la capacité des joueuses à nager vite. Le développement de la force des extenseurs est donc une stratégie de développement de la vitesse maximale qui pourrait être utilisée par les entraîneurs.

L'étude met en évidence qu'une évaluation isocinétique de la force des muscles de l'épaule est représentative des performances au tir et des vitesses de déplacement.

Références

- Abraldes, JA. (2012) *Tactical and shooting variables that determine the difference between win or loss in top-level female water polo: analysis by phases of the game*. International Journal of Performance Analysis in Sport, 12, 373-84.
- Freeston, J., Rooney, K., Smith S., & O'Meara, D. (2014) *Throwing performance and test-retest reliability in Olympic female water polo players*. Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association, 28, 2359–2365.
- Melchiorri, G., Viero, V., Triossi, T., De Sanctis, D., Padua, E., Salvati, A., Galvani, C., Bonifazi, M., Del Bianco, R., & Tancredi, V. (2014) *Water polo throwing velocity and kinematics: differences between competitive levels in male players*. J Sports Med Phys Fitness. Epub ahead of print
- Tan, F., Polglaze, T., & Dawson, B., (2009) *Activity profiles and physical demands of elite women's water polo match play*. Journal of sports sciences 27, 1095–1104.

Plus de points de puissance fait-il gagner aux karts ?

Matthieu Donnard¹, Sylvain Durand¹, Abderrahmane Rahmani¹ et Bruno Beaune¹

¹ Laboratoire « Motricité, Interactions, Performance » (EA 4334), Université du Maine – Le Mans
bruno.beaune@univ-lemans.fr

Introduction

Lors de la pratique du karting, la fréquence cardiaque (FC) peut atteindre des valeurs d'environ 150-160 bpm, comparables à celles recueillies dans d'autres sports mécaniques (Yamakoshi et al, 2010 ; Matsumura et al., 2011). Les valeurs de dépense énergétique instantanée, supérieures ou égales à 5 Mets (Beaune et al., 2010) observées suggèrent une exigence bioénergétique élevée, pouvant favoriser le développement rapide de la fatigue et à terme du risque d'accident.

Parmi les nombreux facteurs connus qui influencent le développement progressif de cette fatigue (Walker et al. 2001), il apparaît logique de penser que plus la puissance et la vitesse des véhicules seront importantes, plus le niveau des adaptations fonctionnelles et bioénergétiques, en réponse aux sollicitations mentales (attention, anticipation) et mécaniques (accélérations, freinages, vibrations....) sera élevé. Pour vérifier cette hypothèse, nous avons donc comparé les adaptations bioénergétiques et cardiaques à la puissance du véhicule (13 vs 16cv) de pilotes amateurs lors de 2 compétitions de karting par équipe en relais.

Matériel et méthodes

Quatorze pilotes (Tableau 1) ont volontairement participé à l'étude après avoir été informés du protocole. Ceux du premier groupe (n=7) pilotaient un Kart de type GT1Sodi 390cm³ (13cv) lors d'une compétition par équipe en relais de 24h sur le circuit Alain Prost du Mans, ceux du second groupe (n=7) un kart de type RX Sodi 250 cm³ (16cv) lors de l'épreuve des « 1000 tours » sur le circuit RKM de Montfort-le-Genois (Sarthe). Tous les pilotes ont réalisé 4 relais, d'une durée comprise entre 32 et 45 minutes, en fonction des règlements spécifiques de chaque course.

Les données chronométriques de chaque tour ont été recueillies par télémétrie pour permettre le calcul des vitesses moyennes de chaque relai. La FC a été enregistrée en continue toutes les 5 secondes au moyen d'un cardiofréquencemètre de type PolarTM S650 et les données traitées au moyen du logiciel Polar protrainer 5 (PolarTM electro, Finlande). La DEI a été enregistrée en continue au moyen de l'analyseur SenseWearTM Armband SW5 et les données traitées au moyen du logiciel SenseWear Professional 8.0 (BodymediaTM Inc, USA).

Les données moyennes de chaque relai ont été comparées par analyse ANOVA pour mesures répétées au moyen du logiciel STATVIEW 5.1 (Statistical Analysis System, USA).

La comparaison des deux groupes a été effectuée au moyen d'un test de t pour séries non appariées et l'éventuelle incidence de l'âge des pilotes et/ou de la vitesse moyenne lors des relais sur les valeurs de DEI a été évaluée au moyen d'une analyse de covariance.

Les différences et relations ont été considérées significatives pour p<0,05. Toutes les variables sont exprimées sous la forme de moyenne ± écart-type (m ± SD).

Résultats

Si les pilotes du groupe 2 sont plus âgés de 9 ans que ceux du groupe 1 (p<0,05), on n'observe pas de différences significatives au niveau de leurs variables anthropométriques (tableau 1). Les valeurs de FC sont comparables dans les deux groupes alors que les vitesses moyennes lors des relais (+7,5 km/h ; p<0,05) et les valeurs de DEI (+2,1 Mets ; p<0,001) sont plus importantes chez les pilotes du groupe 2 que chez ceux du groupe 1 (tableau 1). L'analyse de covariance n'a pas fait apparaître d'effet significatif de l'âge et/ou de la vitesse au tour sur les différences de DEI entre les 2 groupes.

Discussion

Nos résultats montrent que la DEI augmente (+37,5%, p<0,001) avec la puissance du véhicule lors de compétition de karting, indépendamment de l'âge des participants. Ces données, proches de

celles précédemment obtenues (Yamakoshi et al, 2010 ; Matsumura et al., 2011) peuvent s'expliquer par une augmentation induite des contraintes mécaniques sur le système neuromusculaire. En effet, une plus forte vitesse impose une augmentation des contractions isométriques des muscles du cou (pour maintenir la tête dans l'axe de la piste) et des muscles des membres supérieurs (action sur le volant pour contrôler le véhicule) lors des virages comme lors des phases de freinage et d'accélération. Toutefois, l'absence d'effet significatif de l'âge et/ou de la vitesse au tour sur les différences de DEI entre les 2 groupes suggère que d'autres facteurs sont également impliqués. Parmi ceux-ci, une configuration plus sinueuse des circuits conduit à une limitation de la vitesse moyenne au tour mais augmente la survenue des phases de rupture d'allure. Il s'ensuivrait ainsi une amplification de l'impact de la puissance du véhicule sur le travail musculaire, accélérant le développement de la fatigue. Ce facteur pourrait aussi expliquer les valeurs importantes de DEI lors de la pratique du karting, comparées à d'autres sports automobiles sur circuits plus longs et moins sinueux (Beaune et al., 2010).

Tableau 1 : Adaptations cardiométrique et bioénergétique de pilotes de kart en fonction de la puissance des véhicules

	Groupe 1	Groupe 2
Type de kart	GT1Sodi 390cm ³	RX Sodi 250cm ³
Puissance (cv)	13	16
Age (ans)	22,6 ± 4,4	30,9 ± 11,2*
Taille (cm)	175,7 ± 6,1	178,4 ± 7,6
Masse (kg)	70,1 ± 7,9	75,4 ± 16,9
IMC (kg.m ⁻²)	22,7 ± 1,7	23,5 ± 3,8
Vitesse (km/h)	61,0 ± 3,1	67,5 ± 1,3*
FCmoy (bpm)	155,4 ± 11,1	151,9 ± 19,8
DEI (Mets)	5,6 ± 0,4	7,7 ± 1,5***

* $p < 0,05$ et *** $p < 0,001$; FC = fréquence cardiaque, bpm = battements par minute ; DEI = dépense énergétique instantanée, 1 Met = 1,2 ± 0,4 kcal.min⁻¹

Conclusion

Si la puissance des véhicules explique en partie les hautes valeurs de DEI observées lors de compétitions de karting, la configuration des circuits, et donc l'accumulation des contraintes mécaniques lors des virages, peuvent être un facteur d'amplification de ce phénomène.

Références

- Walker, S.M., Dawson, B., & Ackland, T.R. (2001). Performance enhancement in rally car drivers via heat acclimation and race stimulation. *Comparative Biochemistry and Physiology - Part A – Part A*, 128: 701-707.
- Beaune, B., Durand, S., & Mariot J.P. (2010) Open-wheel race car driving. Energy cost for pilots. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(11): 2927-2932, 2010.
- Yamakoshi, T., Matsumura, K., Yamakoshi, Y., Hirose, H., & Rolfe, P. (2010). Physiological measurements and analyses in motor sports: a preliminary study in racing kart athletes. *European Journal of Sport Science*, 10(6): 397-406.
- Matsumura, K., Yamakoshi, T., Yamakoshi, Y., Hirose, H., & Rolfe, P. (2011). The effect of competition on heart rate during kart driving: A field study. *BMC research notes*, 4: 342-347.
- Durand, S., Ripamonti, M., Rahmani, A., & Beaune, B. (2015) Bioenergetical and cardiac adaptations of pilots to a 24-hour team kart racing. *Journal of Strength and Conditioning Research*, in press (doi: 10.1519/JSC.0000000000000630).

EPS à l'école primaire : discours et pratiques autour de l'éducation à la santé

Fanny Dubois¹ et Christine Amans-Passaga²

¹ Laboratoire PRISSMH (EA 4561), Université de Toulouse

² UMR EFTS, Université de Toulouse

fanny.dubois@univ-jfc.fr

Introduction

Notre étude consiste à saisir la manière dont des Éducateurs Territoriaux des Activités Physiques et Sportives (ETAPS) - mis à disposition par certaines collectivités locales pour assurer les cours d'Éducation Physique et Sportive (EPS) dans des écoles primaires - s'approprient les prescriptions institutionnelles en matière d'éducation à la santé. Le Bulletin Officiel de l'Éducation Nationale n°451 (1998) précise en effet que l'éducation à la santé doit intervenir tout au long de la scolarité des élèves afin de leur permettre de « s'approprier progressivement les moyens d'opérer des choix, d'adopter des comportements responsables » et d' « exercer leur citoyenneté avec responsabilité, dans une société où les questions de santé constituent une préoccupation majeure ». Toutefois, comme indiqué dans le rapport de l'Inspection Générale de l'Éducation Nationale relatif à la pratique sportive à l'école primaire, le lien entre l'EPS et la santé est lié davantage à des « effets attendus » qu'à des « objectifs à atteindre ». Ainsi, nous tentons de répondre aux questions suivantes : l'enseignement de l'EPS proposé dans les écoles primaires et assuré principalement par des ETAPS embrasse-t-il des objectifs d'éducation à la santé ? Quelles dimensions de l'éducation à la santé privilégient-ils ?

Positionnement théorique

Plusieurs études ayant mis en évidence des décalages entre la manière dont les enseignants et/ou les intervenants parlent de leurs pratiques et la réalité, la recherche s'inscrit dans une perspective socio didactique consistant à considérer à la fois les représentations des acteurs et leur construction sociale, et la nature des savoirs enseignés en matière d'éducation à la santé. Le premier volet de la recherche se réclame donc d'une approche didactique visant à étudier des systèmes didactiques ordinaires sous l'angle des contenus enseignés. Il s'agit de repérer les savoirs et savoir-faire enseignés par les ETAPS en matière d'éducation à la santé à partir d'une analyse ascendante de la transposition didactique. Le second volet de la recherche se réclame d'une perspective sociologique resituant les individus dans leur dimension historique et articulant présent de la situation et passé de l'individu. Nous nous attachons plus précisément à saisir la construction sociale des représentations des ETAPS concernant l'EPS et l'éducation à la santé.

Méthodologie

Le recueil des données a été réalisé dans des classes de cycle 3 d'écoles primaires situées dans une ville du sud de la France. Notre recherche s'inscrivant dans une perspective socio didactique, notre méthodologie comporte deux volets interdépendants. La première partie de l'étude a consisté à mettre en évidence les représentations des acteurs relativement à leur métier, à l'enseignement de l'EPS et à la place de l'ES. Nous avons réalisé des entretiens semi-directifs auprès de 12 ETAPS. Nous avons notamment questionné ces derniers sur leurs parcours sportif et professionnel, et leurs manières de considérer leur métier. D'autre part, afin d'identifier les catégories de contenus enseignés par ces ETAPS lors des séances d'EPS (et parmi elles, les savoirs et les savoir-faire en lien avec l'éducation à la santé), une quarantaine de séances d'EPS de cycle 3 ont été observées et filmées dans différentes écoles, puis elles ont été décryptées dans une optique compréhensive. Ces séances ont concerné des activités physiques différentes (les sports collectifs, la natation, l'athlétisme, la gymnastique, etc.), des rencontres inter-écoles et des demi-journées d'Activités Physiques de Pleine Nature.

Résultats

Dans un premier temps, nous mettons en évidence des décalages entre la représentation qu'ont les ETAPS de l'éducation à la santé et les contenus effectivement enseignés. Par la suite, nous montrons que les contenus enseignés par les ETAPS en matière d'éducation à la santé relèvent à la fois de l'incorporation de savoirs liés à leur formation sportive (notamment durant la formation Brevet d'Etat) et de l'élaboration d'un savoir être difficilement formalisable et étroitement lié aux socialisations sportive et professionnelle. En effet, les ETAPS s'appuient sur des savoirs et des savoir-faire relevant des sciences biologiques et des sciences humaines – savoirs enseignés lors de la formation brevet d'état, dont certains se rapportent aux dimensions corporelle et critique de l'ES. Ces dimensions sont plus facilement explicites par les ETAPS lors des interviews. Toutefois, les savoirs appartenant à la dimension psychosociale de l'éducation à la santé (liés par exemple à la gestion du stress et à l'autonomie) et les connaissances susceptibles de favoriser la pratique sportive des élèves semblent davantage relever d'un savoir être inhérent aux expériences sportives et professionnelles des ETAPS.

Conclusion

Finalement, nous avons tenté à travers cette étude de montrer l'intérêt d'une approche socio didactique lorsque l'on s'intéresse aux pratiques des intervenants sportifs. L'analyse fine des savoirs enseignés par le groupe des ETAPS et de la construction sociale de leurs représentations professionnelles semble particulièrement féconde pour dépasser le discours des acteurs et appréhender les décalages entre savoirs déclarés et contenus réellement enseignés ; décalages soulignés par de nombreux auteurs.

Influence de la surcharge pondérale sur le score trabéculaire osseux chez des jeunes femmes

Georges El Khoury¹, Marie-Louise Ayoub¹, Hassane Zouhal², Abir Alwan¹, Eddy Zakhem¹ et Rawad El Hage¹

¹Department of Physical Education, Faculty of Arts and Social Sciences, University of Balamand, Lebanon.

²Movement, Sport, and Health Sciences Laboratory, University of Rennes 2, Rennes, France.
georan8@yahoo.com

Introduction

De nos jours, différentes méthodes permettent d'évaluer la microarchitecture osseuse mais certaines d'entre elles sont très coûteuses et irradiantes et donc ne peuvent pas être couramment utilisées dans la pratique clinique (Ducher et Blimkie, 2006). Récemment, la méthode STO (ou score trabéculaire osseux) a été développée afin de donner des indications sur la microarchitecture osseuse trabéculaire du rachis lombaire (Hans et coll., 2011). Cependant, il n'existe que très peu de données sur les déterminants du STO chez les jeunes femmes. L'identification des déterminants du TBS chez les jeunes femmes pourrait aider à prévenir de manière précoce l'ostéoporose et les fractures associées à cette maladie. L'objectif de cette étude est d'explorer l'influence de la surcharge pondérale sur le STO chez des jeunes femmes. Etant donné les faibles corrélations retrouvées entre la DMO et le TBS dans une étude antécédente (El Hage et coll., 2014), notre hypothèse serait que la surcharge pondérale n'influence pas significativement les valeurs de STO contrairement à la DMO.

Méthodes

56 jeunes femmes (âgées de 18 à 30 ans) de nationalité Libanaises ont participé à cette étude. La masse corporelle et la taille ont été mesurées, et l'indice de masse corporelle (IMC) a été calculé. Les participantes n'étaient pas sous contraceptif. Les sujets ont été répartis en deux groupes en fonction de l'IMC : groupe en surcharge pondérale dont l'IMC est $> 25 \text{ kg/m}^2$ (SUR ; $n = 14$) et groupe normo-pondéré dont l'IMC est $< 25 \text{ kg/m}^2$ (NOR ; $n = 42$). La composition corporelle, le contenu minéral osseux au niveau du corps entier (CE), la densité minérale osseuse au niveau du CE, du rachis lombaire (L1-L4), de la hanche entière (HE) et du col fémoral (CF), et le STO au niveau du rachis lombaire (L1-L4) ont été mesurés par DXA. La consommation calcique journalière (CCJ) et la consommation protéique journalière (CPJ) ont été évaluées par des questionnaires validés.

Résultats

Le poids, l'IMC, le CMO CE, la DMO CE, la DMO HE et la DMO CF étaient significativement supérieurs chez le groupe en surcharge pondérale par rapport au groupe normo-pondéré. Dans la population entière ($n = 56$), le poids et l'IMC étaient positivement corrélés aux valeurs de CMO ($r = 0,60$; $P < 0,001$ et $r = 0,40$; $P < 0,001$) et de DMO (valeurs de r comprises entre 0,40 et 0,64 ; $P < 0,001$) mais pas aux valeurs de TBS (valeurs de r comprises entre 0,08 et -0,01 ; $P > 0,05$). Les différences entre les deux groupes au niveau du CMO et de la DMO disparaissaient après ajustement pour le poids en utilisant une analyse de covariance (ANCOVA).

Conclusion

Cette étude suggère que la surcharge pondérale n'influence pas les valeurs de STO (au niveau du L1-L4) chez les jeunes femmes. Le poids et l'IMC ne sont pas des déterminants positifs du STO dans cette population.

Tableau 1 : Caractéristiques de la population étudiée

	Groupe SUR (n = 14)	Groupe NOR (n = 42)
Age (ans)	23,6 ± 4,9	22,0 ± 2,4
Masse corporelle (kg)	78,2 ± 15,8 ***	54,1 ± 5,7
Taille (cm)	158,9 ± 7,1	159,7 ± 5,9
IMC (kg/m ²)	30,8 ± 4,8 ***	21,3 ± 2,1
CCJ (mg/j)	520 ± 173	651 ± 174
CPJ (g/j)	62,6 ± 19,2	52,8 ± 19,1
CMO CE (g/cm ²)	2277 ± 360 *	2097 ± 282
DMO CE (g/cm ²)	1,11 ± 0,11 *	1,04 ± 0,09
DMO L1-L4 (g/cm ²)	1,16 ± 0,16	1,12 ± 0,14
STO L1-L4	1,38 ± 0,12	1,43 ± 0,08
DMO HE (g/cm ²)	1,04 ± 0,15 *	0,955 ± 0,119
DMO CF (g/cm ²)	1,02 ± 0,18 *	0,935 ± 0,129

SUR : Groupe en surcharge pondérale ; NOR : Groupe normo-pondéré ; IMC : Indice de Masse Corporelle ; CCJ : Consommation Calcique Journalière ; CPJ : Consommation Protéique Journalière ; CMO : Contenu Minéral Osseux ; CE : Corps Entier ; DMO : Densité Minérale Osseuse ; STO : Score Trabéculaire Osseux ; HE : Hanche Entière ; CF : Col Fémoral ;
* P < 0,05 ; *** P < 0,001.

Références

- Ducher, G., Blimkie, C.J. (2006). Adaptations architecturales du tissu osseux en réponse à l'exercice physique : intérêts et limites des méthodes non invasives utilisées chez l'homme. *Science et Sports*, 26, 255-267.
- El Hage, R., Khairallah, W., Bachour F., Issa, M., Eid, R., Fayad, F., Yared, C., Zakhem, E., Adib, G., Maalouf, G. (2014). Influence of age, morphological characteristics, and lumbar spine bone mineral density on lumbar spine trabecular bone score in Lebanese women. *Journal of Clinical Densitometry*, 17(3), 434-435.
- Hans, D., Goertzen, A.L., Krieg, M.A., Leslie, W.D. (2011). Bone microarchitecture assessed by TBS predicts osteoporotic fractures independent of bone density: the Manitoba study. *Journal of Bone and Mineral Research*, 26(11), 2762-2769.

Relation entre concentration sérique de vitamine D et consommation maximale d'oxygène chez des jeunes femmes

Georges El Khoury¹, Hassane Zouhal², Abir Alwan¹, César El Khoury¹, Eddy Zakhem¹ et Rawad El Hage¹

¹Department of Physical Education, Faculty of Arts and Social Sciences, University of Balamand, Lebanon.

²Movement, Sport, and Health Sciences Laboratory, University of Rennes 2, Rennes, France.
georan8@yahoo.com

Introduction

Outre sa fonction dans le métabolisme osseux, il semble que la vitamine D joue également un rôle sur la performance musculaire et la coordination neuromusculaire. Un déficit en vitamine D a aussi été associé à une augmentation de la prévalence de l'obésité, de certains cancers (colon, sein), de maladies auto-immunes et d'infections (Wranicz et coll., 2014). Plusieurs études ont retrouvé des relations entre la vitamine D et la force musculaire (Tomlinson et coll., 2014 ; Walrand, 2014). Cependant, il existe peu d'études menées sur la relation entre la vitamine D et le potentiel aérobie. Le but de cette étude était d'explorer la relation entre la concentration sérique de vitamine D et la consommation maximale d'oxygène (VO₂ max) chez des jeunes femmes. Etant donné la corrélation négative existante entre la vitamine D et l'obésité d'une part et la corrélation négative entre la consommation maximale d'oxygène (ml/mn/kg) et l'obésité d'autre part, notre hypothèse serait qu'il existe une corrélation positive entre la concentration sérique de vitamine D et la VO₂ max (ml/mn/kg) dans la population étudiée.

Méthodes

32 jeunes femmes Libanaises âgées de 18 à 30 ans ont participé à cette étude. Le poids et la taille ont été mesurés, et l'indice de masse corporelle (IMC) a été calculé. Le contenu minéral osseux (CMO) du corps entier (CE) a été évalué par DXA. La consommation maximale d'oxygène a été évaluée sur ergocycle (Siemens-Elema RE 820; Rodby Elektronik AB, Enhorna, Sweden) par un système de mesure des échanges gazeux (Cosmed Fitmate Pro version 2.20). Les concentrations sériques en vitamine D et en PTH ont été mesurées.

Résultats

Les caractéristiques de la population apparaissent dans le tableau 1. La concentration sérique de vitamine D était positivement corrélée à la VO₂ max (ml/mn/kg) dans la population étudiée ($r = 0,35$; $P < 0,05$).

Tableau 1 : Caractéristiques de la population étudiée

	Femmes (n = 32)
	Moyenne ± DS
Age (ans)	22,6 ± 3,9
Poids (kg)	60,4 ± 13,4
Taille (cm)	159,2 ± 6,7
IMC (kg/m ²)	23,8 ± 4,9
CMO CE (g)	2194 ± 336
VO ₂ max (l/mn)	1,8 ± 0,4
VO ₂ max (ml/mn/kg)	30,1 ± 6,3
Vit D totale (pg/ml)	29,2 ± 12,2
PTH (ng/ml)	40,2 ± 10,1

IMC : Indice de Masse Corporelle ; CMO : Contenu Minéral Osseux ; CE : Corps Entier ; Vit : Vitamine ; PTH : Parathormone ; VO₂ max : consommation maximale d'oxygène.

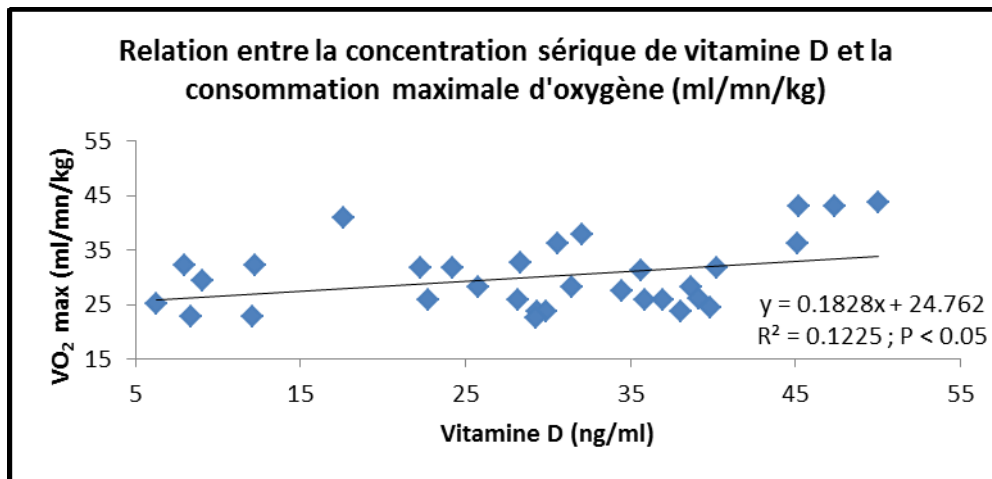


Figure 1 : Relation entre la concentration sérique de vitamine D et la consommation maximale d'oxygène (ml/mn/kg)

Conclusion

Dans la population étudiée, la concentration sérique de vitamine D était positivement corrélée à la consommation maximale d'oxygène. La nature transversale de l'étude et le faible nombre de sujets sont considérés comme des limites de cette étude. De futures études incluant un nombre plus important de sujets seront nécessaires afin de confirmer nos résultats. Les mécanismes pouvant expliquer la corrélation positive entre la VO₂ max et la vitamine d restent à éclaircir.

Références

- Tomlinson, P.B., Joseph, C., Angioi, M. (2014). Effects of vitamin D supplementation on upper and lower body muscle strength levels in healthy individuals. A systematic review with meta-analysis. *Journal of Science Medicine and Sport* 2014 Aug 11. pii: S1440-2440(14)00163-7. doi: 10.1016/j.jsams.2014.07.022. [Epub ahead of print].
- Walrand, S. (2014). Les effets musculaires de la vitamine D : application à la perte musculaire liée à l'âge. *OCL*, 20(3), D310.
- Wranicz, J., Szostak-Węgierek, D. (2014). Health outcomes of vitamin D. Part I. characteristics and classic role. *Rocz Panstw Zakl Hig*, 65(3), 179-84.

Effets comparés de deux modes de potentialisations pliométriques (lourde et légère) sur la détente verticale chez des joueurs de volleyball

Haïssam El Khoury, Christophe Jacob et Rawad El Hage

Department of Physical Education, Faculty of Arts and Social Sciences, University of Balamand, Lebanon

haissam_khoury@hotmail.com

Introduction

La pratique du volley-ball de haut niveau nécessite une importante détente verticale, que ce soit pour smasher, contrer ou pour le service-smashé. La performance dans ce jeu reste fortement liée à la production de sauts explosifs lors de phases offensives et défensives. Il existe plusieurs méthodes pour améliorer la force explosive (El Hage et coll., 2012 ; Gouvêa et coll. 2013). L'alternance de charges lourdes et légères est une méthode largement utilisée en musculation pour améliorer la force explosive depuis au moins 30 ans (Maloney et coll., 2014). Le fondement de cette méthode repose sur l'hypothèse que l'utilisation des charges lourdes permet d'augmenter le niveau de recrutement et ainsi d'augmenter le développement de la force explosive consécutive (Maloney et coll., 2014). Les termes de potentialisation post-effort ou pré-activation sont utilisés pour signifier ce mécanisme qui est observé aussi bien chez les humains que chez les animaux (Maloney et coll., 2014). Il existe beaucoup d'études menées sur la potentialisation lourde et un peu moins sur la potentialisation légère (Maloney et coll., 2014). Cependant, à notre connaissance, il n'existe pas d'études qui étudient les effets de deux modes de potentialisation, lourde et légères sur les mêmes athlètes. L'objectif de cette étude est donc de comparer les effets de deux types de potentialisations pliométriques (lourde et légère) sur la détente verticale des joueurs de volleyball de haut niveau.

Méthodes

11 joueurs de volleyball libanais évoluant en première division et ayant un passé en musculation de plus de 2 ans ($4,72 \pm 1,57$ années, 1RM au squat égale à $1,95 \pm 0,39$ x le poids du corps), ont effectué 4 séries de 3 détente verticales (sauts avec contre mouvement) séparées par 2 minutes de récupération, dans 3 conditions : 1) sans potentialisation préalable 2) après 4 squats à 80% de la force maximale 3) après 8 squats à 40% de la force maximale. Les squats pliométriques sont des montées et descentes à vitesse maximale entre 90 et 120 degrés de flexion. Les trois conditions de tests ont été réalisées lors de trois journées séparées d'un minimum de trois jours et d'un maximum de 5 jours. Les trois journées comportaient un échauffement commun de 6 minutes composé de trois minutes de course lentes suivies de 3 minutes d'exercices athlétiques (talons fesses, montées de genoux, flexions complètes, mouvements de balancements des bras...)

Résultats

Tableau 1 : Comparaison des résultats des trois séries de la détente verticale maximale Valeurs maximales \pm déviations standards. DV : Détente verticale ; * différences significatives entre conditions normales et potentialisation ($P < 0,05$).

DV Max	Série 1	Série 2	Série 3
Condition normale (cm)	43,63 \pm 4,38	45,33 \pm 4,74	43,95 \pm 4,17
Potentialisation Lourde (cm)	44,70 \pm 2,46	45,25 \pm 3,69	45,93 \pm 3,73*
Potentialisation Légère (cm)	43,8 \pm 5,7	46,17 \pm 4,5	46,05 \pm 4,40

Les résultats montrent que la potentialisation pliométrique lourde a un effet significativement positif sur les détente verticales maximales lors de la troisième série de sauts. Les effets de la potentialisation légère ne sont pas significatifs même si on note une tendance à l'amélioration dans la troisième série ($P=0,06$).

Discussion

On notera que 6 sujets sur 11 sont « répondeurs » à la potentialisation légère contre 7/11 pour la potentialisation lourde ce qui pourrait expliquer le manque de significativité des différences observées pour la potentialisation légère. Dans ce sens, si on ne s'intéresse qu'aux sujets répondeurs on observe que la potentialisation légère entraîne une augmentation plus importante des valeurs de détente verticale ($8,29 \pm 4,97$ vs. $6,27 \pm 5,48\%$ respectivement pour la potentialisation légère et la potentialisation lourde).

Conclusion

Cette étude suggère que si on ne s'intéresse qu'aux résultats des « répondeurs », la potentialisation légère aurait un effet supérieur à la potentialisation lourde sur l'augmentation des performances. Ce résultat relativise les connaissances actuelles sur les supposés effets supérieurs de la potentialisation lourde par rapport à la potentialisation légère. Nos résultats restent à confirmer dans de futures études incluant un nombre plus important de sujets.

Références

- El Hage, R., Nasr, R., Moussa, E., Jacob, C. (2012). Potentialisation post-effort après un exercice de développé-couché : influence de l'intensité de la pré-activation. *Science et Sports*, 27(4), e38-e41.
- Gouvêa, A.L., Fernandes, I.A., César, E.P., Silva, W.A., Gomes, P.S. (2013). The effects of rest intervals on jumping performance: a meta-analysis on post-activation potentiation studies. *Journal of Sports Science*, 31(5), 459-467.
- Maloney, S.J., Turner, A.N., Fletcher, I.M. (2014). Ballistic exercise as a pre-activation stimulus: a review of the literature and practical applications. *Sports Medicine*, 44(10), 1347-1359.

Effets de différents types d'efforts maximaux sur la performance chez le kayakiste : origines et applications pour l'entraînement

Yoann Garnier^{1,2}, Pauline Hiilt^{1,2}, Yves Ballay², Romuald Lepers^{1,2} et Christos Paizis^{1,2}

¹ UFR STAPS Dijon, Université de Bourgogne, ² Laboratoire INSERM U1093 « Cognition, Action et Plasticité Sensorimotrice »

Introduction

Les premiers travaux sur le kayak de course en ligne réalisés dans les années 70 ont étudié les caractéristiques physiologiques des athlètes de haut niveau (Tesch, Piehl, Wilson, & Karlsson, 1976). L'objectif principal était de déterminer les facteurs physiologiques de la performance tandis qu'aujourd'hui les recherches se tournent davantage vers l'analyse neuromusculaire et biomécanique (Fohanno, Begon, Lacouture, & Colloud, 2013; Vaquero-Cristóbal, Alacid, López-Plaza, Muyor, & López-Miñarro, 2013). Ces nouvelles techniques permettant de suivre l'évolution des sollicitations musculaires à celle de la technique gestuelle lors d'un exercice de kayak peuvent amener à une analyse plus approfondie du fonctionnement biomécanique de l'activité pour améliorer les connaissances de l'activité. Le but de cette étude a ainsi été d'analyser l'évolution des sollicitations neuromusculaires et de la technique gestuelle au cours d'efforts maximaux ainsi que les réponses physiologiques associées afin d'améliorer les contenus d'entraînement.

Méthode

Cette étude a porté sur 9 sujets (7 hommes, 2 femmes) âgés de 16 à 25 ans ($18,6 \pm 3,5$ ans) pratiquant le kayak en compétition depuis plusieurs années ($8 \pm 5,2$ ans) à un niveau national ou international. Le protocole (figure 1) comprenait une seule session au cours de laquelle étaient réalisés deux efforts maximaux, l'un de 40 secondes (40S) et l'autre de 4 minutes (4M) sur un ergomètre kayak (Dansprint PRO kayak ergometer, Dansprint ApS, Danemark). L'activité électromyographique a été enregistrée au cours des efforts par des électrodes EMG sans fils sur 10 groupes musculaires impliqués dans l'activité (membre supérieur, inférieur et tronc). La cadence et la puissance ont été enregistrées par l'ergomètre pour chaque coup de pagaies puis moyennées toutes les 10 secondes. Enfin nous avons relevé la lactatémie avant et après chaque exercice à partir d'un prélèvement à l'extrémité du majeur ainsi que la force maximale des avant-bras (grip force). Des ANOVA à 2 facteurs ont été réalisées, complétées par des tests post-hoc de Newman-Keuls afin de définir les différences statistiques ($p < 0,05$).

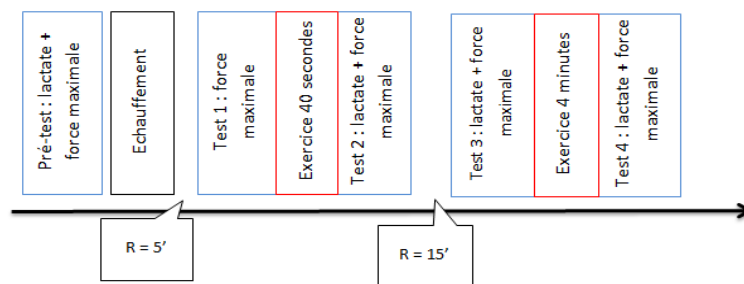


Figure 6. Protocole expérimental

Résultats

L'évolution de la puissance et de la cadence se révèle spécifique à l'exercice réalisé. La puissance maximale produite lors du 40S (figure 3) n'est pas atteinte lors du 4M (figure 2) même pendant la phase de création de vitesse du départ. De façon intéressante, la cadence suit les mêmes évolutions que la puissance sur les deux exercices, signe d'une adaptation de l'effort par l'athlète. De plus, deux stratégies de course étudiées précédemment (Bishop, Bonetti, & Dawson, 2002; Jones, Wilkerson, Burnley, & Vanhatalo, 2008) apparaissent ici ; une stratégie « all-out » sur le 40S qui consiste à fournir un effort maximal tout au long de l'effort et une stratégie « pacing strategy » observée sur le 4M qui consiste à moduler l'intensité de l'exercice en fonction de sa durée afin d'optimiser l'efficacité. Les résultats des activations musculaires soulignent également des stratégies différentes suivant l'exercice. Premièrement on note des activations d'amplitude plus

importante au cours du 40S comparativement aux 4M. De plus, alors que les activations diminuent constamment au cours du 40S, elles augmentent au cours de la première moitié du 4M avant de diminuer ensuite. Toutefois des comportements différents sont observables de la part de certains groupes musculaires au cours du 40 secondes, relevant de stratégies motrices spécifiques au groupe musculaire au cours de l'exercice. On note également une diminution significative de la force maximale uniquement dans l'avant-bras droit après le 40S. Cependant les résultats de lactatémie indiquent des sollicitations anaérobies équivalentes en fin d'exercice. En effet, les taux de lactatémies atteints après les deux efforts sont similaires (11,97 mmol/L et 13,01 mmol/L respectivement au cours du 40S et du 4M).

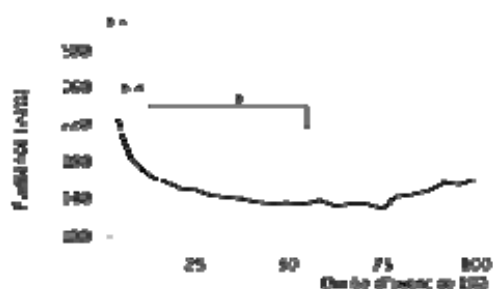


Figure 2. Evolution de la puissance sur les 4 minutes

- * Diffère significativement ($p < 0,05$)
- ** Diffère significativement de toutes les autres valeurs ($n < 0,05$)

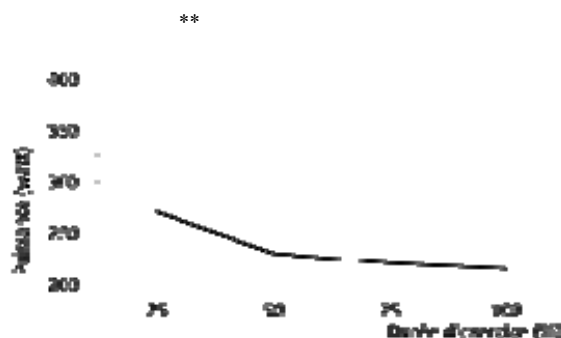


Figure 7: Evolution de la puissance sur les 40 secondes

- ** Diffère significativement de toutes les autres valeurs ($n < 0,05$)

Discussion

Notre étude souligne dans un premier temps les stratégies musculaires spécifiques à la durée de l'effort mises en place par les athlètes, bien que sur le plan physiologique cette spécificité n'apparaisse pas. Aussi, l'entraînement spécifique du kayakiste devrait s'attacher à développer les qualités anaérobies pour des athlètes préparant le sprint (200 à 1000m), ainsi que le travail des stratégies de course. De plus, l'ensemble des groupes musculaires étudiés montrant une mobilisation importante dans les deux types d'efforts, un travail de renforcement musculaire type haltérophilie mobilisant l'ensemble du corps serait intéressant. Ceci afin de retrouver les mêmes types de contraintes que celles rencontrées dans l'activité (création et transmission des forces de propulsion) pour l'amélioration des performances. Il pourrait également être intéressant de proposer du travail unilatéral afin d'éviter le développement des déséquilibres musculaires et renforcer les qualités de dissociation entre les deux hémicorps dans un objectif prophylactique.

Références

- Bishop, D., Bonetti, D., & Dawson, B. (2002). The influence of pacing strategy on VO₂ and supramaximal kayak performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(6), 1041–1047.
- Fohanno, V., Begon, M., Lacouture, P., & Colloud, F. (2013). Estimating joint kinematics of a whole body chain model with closed-loop constraints. *Multibody System Dynamics*. doi:10.1007/s11044-013-9366-7
- Jones, A. ., Wilkerson, D. ., Burnley, M., & Vanhatalo, A. (2008). Influence of pacing strategy on O₂ uptake and exercise tolerance. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sport*, 18, 615–626.
- Tesch, P. A., Piehl, K., Wilson, G., & Karlsson, J. (1976). Physiological investigation of swedish elite canoe competitors. *IMedicine and Science in Sports*, 8(4), 214–218.
- Vaquero-Cristóbal, R., Alacid, F., López-Plaza, D., Muyor, J. M., & López-Miñarro, P. a. (2013). Kinematic Variables Evolution During a 200-m Maximum Test in Young Paddlers. *Journal of Human Kinetics*, 38(September), 15–22. doi:10.2478/hukin-2013-0041

Effet d'une privation de sommeil sur la perception de la verticale

Antoine Gauthier¹, Tristan Martin¹, Damien Davenne¹, Gaëlle Quarck et Nicolas Bessot¹

¹ UMR UCBN/INSERM COMETE, UFR STAPS, Université de Basse Normandie.
antoine.gauthier@unicaen.fr

Introduction

La perception de la verticale subjective est l'estimation par l'individu de la direction gravitaire (Luyat et *al.*, 1997). C'est un phénomène complexe qui dépend de l'intégration de l'information visuelle, vestibulaire et somato-sensorielle. Les afférences vestibulaires apportent une contribution majeure à la perception subjective de la verticalité avec l'implication des récepteurs otolithes sensibles aux accélérations gravitaires. La verticale subjective serait une lecture cognitive de processus qui prennent en compte les conséquences de la gravité sur le corps. Cette perception de la verticale participe ainsi au contrôle postural lors d'activités physiques ou de la vie quotidienne.

La précision de l'estimation de la verticale est indiquée par l'erreur moyenne d'un sujet qui a pour tâche d'ajuster une baguette sur la direction de la gravité. La verticale visuelle subjective (VVS) est celle qui a été la plus étudiée. Les résultats obtenus en VVS sont assez proches de ceux obtenus en utilisant d'autres modalités (Van Beuzekom et Van Gisbergen, 2000).

Lors d'une précédente étude, nous avons pu mettre en évidence que l'erreur moyenne dans la perception de la verticale présente un rythme circadien avec des valeurs expérimentales minimales de $0,88 \pm 0,12$ ° et maximales de $1,76 \pm 0,36$ °. La fonction sinusoïdale ajustée indique une acrophase de l'erreur moyenne à $21:23 \pm 1:19$ h et une batyphase à $9:23 \pm 1:19$ h. L'amplitude pic à pic du rythme est égale à $0,95 \pm 0,15$ ° soit un gain diurne de $14,91 \pm 3,85$ %. La rythmicité circadienne met en évidence une dégradation continue pendant la période diurne suivie d'une restauration de cette perception au cours de la période nocturne. Ainsi, la période nocturne habituellement consacrée au sommeil est propice à la restauration des capacités de perception de la verticale. Afin de valider cette hypothèse, l'objectif de ce travail est d'étudier les effets d'une privation totale de sommeil sur la verticale visuelle subjective.

Méthode

Les participants recrutés au cours de cette étude étaient 19 jeunes adultes (3 femmes et 16 hommes). La détermination du chronotype des participants s'est effectuée à partir des réponses au questionnaire d'auto-évaluation de Horne et Östberg (1976). Afin de garantir l'homogénéité des populations expérimentales, les participants recrutés au cours des différentes études présentaient soit un chronotype "intermédiaire" (n=15) ou "modérément du soir" (n=4). Les participants ont été divisés en deux groupes et engagés dans deux sessions expérimentales contre-balancées et espacées d'une semaine : avec ou sans privation de sommeil. Les participants restaient au laboratoire durant chaque session expérimentale et 8 sessions de tests étaient réalisées à 5 moments de la journée, 06:00, 10:00, 14:00, 18:00 et 22:00 h. Durant chaque session de tests, après un enregistrement de la température orale et la passation du test de Karolinska Sleepiness Scale (KSS) pour évaluer objectivement la vigilance et le degré de somnolence, la perception de la verticale a été évaluée par le test de la verticale visuelle subjective (VVS) à l'aide du "perspective system" (Framiral®, France). Ce test était effectué dans l'obscurité totale, le participant était debout, la télécommande en main afin d'ajuster à la verticale la barre lumineuse projetée sur un mur à une distance de 3 m (Figure 1). Le test était constitué de 8 prises de mesure correspondant à 8 placements de baguette différents par rapport à la verticale selon un ordre de présentation défini (-40, 20, 30, -20, 10, -30, -10, 40°, le signe indiquant une inclinaison de la baguette vers la gauche).

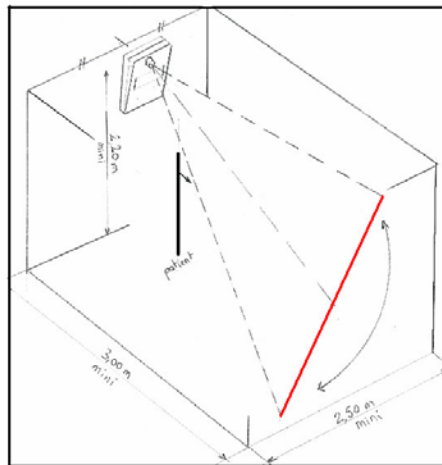


Figure 1 : La verticale subjective visuelle (VVS).

Le participant devait replacer la baguette à la verticale à l'aide de la télécommande. Lorsque le participant considérait que la baguette lumineuse était à la verticale, l'expérimentateur enregistrait l'angle d'erreur par rapport à la verticale. Le paramètre analysé lors de ce test était l'erreur moyenne effectuée par le participant sur les 8 mesures.

Résultats

Aucun effet de la privation de sommeil n'a été observé sur la mesure de la température orale. En revanche, les scores obtenus lors de la passation du questionnaire KSS d'évaluation de la somnolence subjective étaient significativement ($P < 0.001$) plus élevés après une privation de sommeil (5.03 ± 1.84) comparativement à une nuit normale (3.47 ± 1.91). De même, l'erreur moyenne de la perception de la verticale était significativement ($P < 0.001$) plus élevée après la condition privation de sommeil ($1.07 \pm 0.73^\circ$) qu'après la nuit normale ($0.76 \pm 0.53^\circ$).

Discussion-Conclusion

Les résultats concernant l'absence d'effet de la privation de sommeil sur la température orale sont conformes à la littérature. Les mesures subjectives de l'état de somnolence confirment les effets délétères d'une privation de sommeil sur la vigilance ainsi que l'efficacité de la perturbation induite par la manipulation du cycle veille-sommeil. Cette perturbation du cycle veille-sommeil, via une privation de sommeil, aurait pour conséquence d'augmenter le seuil H du processus C, provoquant ainsi une accumulation de la dette homéostatique (S) et donc une augmentation de la pression du sommeil, autrement dit la somnolence (Collop *et al.*, 2008). Les dégradations de la perception de la verticale suite à la privation de sommeil confirment notre hypothèse initiale selon laquelle le sommeil permettrait une restauration des différents systèmes neuro-physiologiques et conforte alors l'idée qu'un sommeil régulier et suffisant, tant en quantité qu'en qualité, joue un rôle important dans la stabilité des rythmes circadiens individuel (Collop *et al.*, 2008). Les perspectives sont d'étudier cette fonction chez des personnes âgées, présentant une rythmicité biologique habituellement dégradée.

Références

- Collop, N. A., Salas, R. E., Delayo, M., & Gamaldo, C. (2008). Normal sleep and circadian processes. *Crit Care Clin*, 24(3), 449-460.
- Horne, J.A., Ostberg, O., (1976). A self-assessment questionnaire to determine morningness-eveningness in human circadian rhythms. *Int. J. Chronobiol.* 4, 97-110.
- Luyat, M., Ohlmann, T., Barraud, P.A., (1997). Subjective vertical and postural activity. *Acta Psychol. (Amst.)* 95, 181-193.
- Van Beuzekom A.D., Van Gisbergen J.A. (2000) Properties of the internal representation inferred from spatial-direction and body-tilt estimates. *J Neurophysiol*, 84, 11-27.

Le rôle des interactions dans l'acquisition de compétence dans deux activités contrastées : Danse et Handball

Nada Ghorbel et Florence Darnis

Laboratoire « LACES » (EA 4140), Université de Bordeaux

Nada.ghorbel@etud.u-bordeaux2.fr

Introduction

Cette recherche s'inscrit dans la problématique générale des relations entre apprentissage et enseignement et se situe dans le prolongement des travaux de Darnis & Lafont (2007) sur l'intérêt des interactions verbales paritaires pour la co-construction de compétences en sport collectif, mais aussi sur des compétences motrices individuelles (Arripe-Longueville F., Fleurance P., & Winnykamen, F., 1995). Nous situons notre travail dans une perspective comparatiste en étudiant les interactions verbales paritaires ainsi que les interactions didactiques d'un enseignant dans une classe de 6^{ème} dans l'enseignement de deux APSA collectives dans deux compétences propres (CP) différentes. Il s'agit, d'analyser du point de vue didactique l'analyse de l'activité enseignante, dans les phases de dévolution, de régulation et d'institutionnalisation pour identifier les spécificités et diversités des interactions didactiques dans un enseignement de sport collectif, le handball et dans une activité à visée esthétique et artistique, la danse.

Cadre théorique

Les travaux réalisés dans le cadre de la psychologie sociale des apprentissages (Doise et Mugny, 1997) et leur application dans le champ des acquisitions en EPS (Darnis et Lafont, 2006, 2007, 2013) démontrent l'intérêt d'apprentissages dyadiques et coopératifs pour l'acquisition d'habiletés décisionnelles en sports collectifs dans un contexte de quasi-expérimentation. Cette étude se situe dans le prolongement de ces travaux dans une perspective davantage orientée vers l'intervention en Education Physique et Sportive du second degré en France avec une perspective de didactique comparatiste (Rivière, 2012). En effet, nous proposons d'explorer et d'analyser l'intervention de l'enseignant à travers les éléments de discours dans une approche de type pragmatique des interactions langagières didactiques, (Senvevy & Serge Quilio, 2002).

Dans le domaine des Activités Physiques Sportives et Artistiques (APSA), l'obtention d'une assimilation de la logique interne de l'activité semble déterminant pour placer les élèves aussi rapidement que possible dans la position d'être les acteurs de leur propre transformation et participe au contrat didactique. L'enseignement d'une activité requiert, de la part de ceux qui la transmettent, d'avoir appréhendé les éléments qui constituent son essence et sa logique interne. Il apparaît nécessaire d'organiser les éléments fondamentaux de l'activité pour faire apparaître la cohérence élémentaire de l'activité. Pour cette raison, nous proposons d'effectuer une analyse didactique comparatiste à partir des éléments de discours mis en jeu (Rivière, 2012).

Méthodologie

D'après TROGNON (2003), la conversation, objet empirique situé à l'interface du collectif et de l'individuel, est conçue comme un phénomène tout à fait central. À un grain macroscopique d'analyse – psychologie sociale –, les conversations sont comme les creusets des représentations sociales. En tant que moyen principal de l'interaction sociale, la conversation de face-à-face est alors le cadre primaire, basique, prototypique, fondamental de l'usage du langage. Les interactions paritaires des élèves lors du travail en dyade seront analysées du double point de vue de la forme et du contenu propositionnel : f(p) afin d'identifier les sauts qualitatifs favorables à l'apprentissage lors des phases de dévolutions.

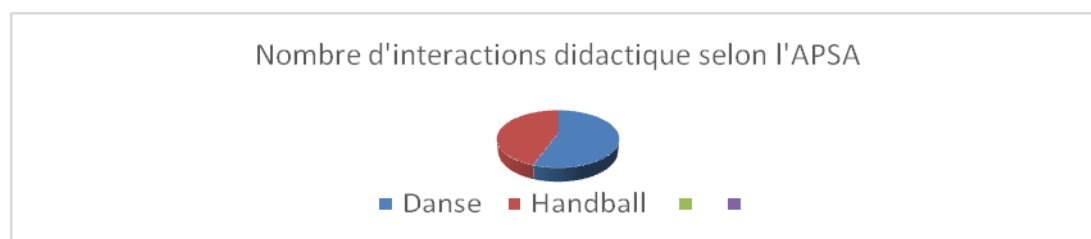
Pour recueillir les données d'observations de classe, nous avons filmé l'intégralité de cinq séances de deux cycles d'enseignement (Handball et danse) pour une même classe de 6^{ème} (24 élèves, 12 filles et 12 garçons) et enregistré les communications paritaires des élèves dans trois occasions

ainsi que l'intervention de l'enseignant.

Les verbatims ont ensuite donné lieu à une codification selon les phases de définition, dévolution, remédiation et institutionnalisation des leçons 2 et 3 en danse et hand-ball afin de dégager le générique et le spécifique des interactions dyadiques (entre élèves) et didactiques (intervention de l'enseignant)

Résultats

L'analyse des interactions verbales paritaires dyadiques montrent le rôle des interactions verbales et l'intérêt de la co-construction de règles d'action aussi bien pour un apprentissage tactique en sports collectifs en milieu scolaire que pour co-construire les rôles de danseur et de chorégraphe en danse. Cependant notre analyse montre des différences dans les interactions didactiques de l'enseignant lors des phases de régulation et d'institutionnalisation dans le sens d'une intervention plus importante en danse.



Références

- Darnis, F., Lafont, L., Menaut, A. (2005) Interactions dyadiques et niveau opératoire la construction de stratégies en handball chez des participants de 11-12 ans. *Revue Européenne de Psychologie Appliquée* 55, 255-265.
- Doise, W., & Mugny, G. (1997). *Psychologie sociale et développement cognitif*, Paris : Armand Colin.
- Rivière, V. (2012). Spécificités et diversités des interactions didactiques,
- Sensevy, G. & Quilio S. (2002). « Les discours du professeur : Vers une pragmatique didactique ». *Revue française de pédagogie*, vol. 141.
- Trognon, A. (2003). La logique interlocutoire. Un programme pour l'étude empirique, des jeux de dialogue. *Questions de communication* 4, (p.411-425)

Intra- and inter-session reliability of running mechanics during treadmill sprints

Olivier Girard^{1,2}, Franck Brocherie¹, Jean-Benoit Morin³ et Grégoire P Millet¹

¹ ISSUL, Institute of Sport Sciences, Department of Physiology, Faculty of Biology and Medicine, University of Lausanne, Switzerland.

² Aspetar Orthopaedic and Sports Medicine Hospital, Athlete Health and Research Performance Center, Doha, Qatar.

³ Laboratory « Human Motricity, Education Sport and Health (LAMHES) », University of Nice Sophia Antipolis, Nice, France.

olivier.girard@unil.ch

Introduction

Running sprint performance is paramount in many sporting disciplines (*e.g.*, track and field, team-sports). This key fitness component is commonly assessed either for comparing athletes of various standards, ascertaining the effects of a given ergogenic supplementation, environmental stress (*e.g.*, heat, hypoxia) or training as well as for identifying talents and/or monitoring long-term-athlete development. One advantage of testing athletes on a treadmill with built-in force transducers is that it enables instantaneous three-directional ground reaction forces and running velocity to be measured continually throughout an entire sprint run. To ensure confidence in detecting small worthwhile changes in treadmill sprinting performance, the reliability of derived mechanical parameters is important but unknown yet. While previous treadmill studies have evaluated power production from running bouts ranging between 20 and 30 s (Gonzalez *et al.*, 2013), the reproducibility of shorter sprints (*e.g.* <10 s, representative of team-sport activities), has not been examined. Our aim was therefore to report the intra- and inter-session reliability of treadmill sprinting performance indices (distance covered, mean velocity and propulsive power), associated kinetics and kinematics and spring-mass variables.

Methods

After familiarization, thirteen male recreational sportsmen (31.2 ± 4.8 years; 178.4 ± 6.6 cm; 74.3 ± 8.2 kg; 2-4 h physical activity per week; team- and racket-sport background) performed on an instrumented treadmill (ADAL3D-WR, Medical Development – HEF Tecmachine, France) three 5-s sprints with 2 min recovery at the same time of day (± 1 h) on three different days, 5-7 days apart. They were instructed to refrain from any strenuous physical activity and maintain their sleeping habits (>7 h/night) and normal diet (avoiding nutritional supplements) during the period of testing. Continuous (step-by-step, 1000 Hz) measurement of kinetics (mean horizontal, vertical and total forces), kinematics (contact time, aerial time, step frequency, step length) and spring-mass characteristics (peak vertical forces, centre of mass vertical displacement, leg compression, vertical stiffness and leg stiffness) were obtained while sprinting. Intra-session (comparison of the 3 sprints of the first session) and inter-session (comparison of the average of the three sprints across days) reliability of performance and running mechanics were assessed using intraclass correlation coefficients (ICCs) for relative reliability and coefficients of variation (CV in %) for absolute reliability. With *r* values >0.9, 0.8-0.9 and 0.7-0.8 for ICCs reliability was respectively considered 'high', 'good' and 'questionable'. Finally, calculation of the standard error of measurement was used to determine the minimal difference to be confident that a true change in performance of an individual has occurred (Weir, 2005).

Results

All the investigated parameters of the three sprint trials performed on the same day exhibited 'high' reliability scores (ICC > 0.94 and CV < 8%). Reliability scores for the average values of the three sprints performed on different days were 'good' for performance indices ($0.83 < \text{ICC} < 0.89$ and CV < 10%, yet with larger variability for mean velocity compared to distance covered or propulsive power) and 'high' for kinetic parameters (ICC > 0.94 and CV < 5%, yet with larger variability for

mean horizontal forces compared to mean vertical forces). Inter-session reliability ranged between 'good' and 'high' for all kinematic ($0.88 < ICC < 0.95$ and $CV \leq 3.5\%$) and spring-mass variables ($0.86 < ICC < 0.99$ and $CV \leq 6.5\%$). Compared to intra-session, minimal detectable differences were on average twice larger for inter-session designs, except for sprint kinetics.

Discussion

To our knowledge, this is the first study to extensively investigate both intra- (within-day) and inter-session (between-day) reliabilities of performance outcomes and associated running mechanics of treadmill sprint. Overall, our results indicate that both within-day and between-day reliability is satisfying for most of the tested running mechanical variables, yet with consistently higher scores when sprints are performed the same day. These findings compare favorably to test-retest data sprinting for 6 s (Tong, Bell, Ball, & Winter, 2001) or over distances of 10, 20 and 30 m (Highton, Lamb, Twist, & Cicholas, 2012) on non-motorized treadmills. Unique to the present study was also the very high reliability of ground reaction forces measurements not only for intra- but also inter-session, yet with mean horizontal forces approximately thrice more variable than in the vertical direction. While CV for the measured variables was remarkably low (e.g., $<2\%$ for peak vertical forces), a larger range of CV values (between 3.9 and 6.6%) was observed for calculated variables of the spring-mass model, as vertical stiffness and leg stiffness (especially between days). Although modeling the spring-like behavior of runners is not without limitations (Coleman, Cannavan, Horne, & Blazeovich, 2012) it is likely that, as in our study where team- and racket-sport players executed sprints at mean velocity lower than $6.5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, the simple spring-mass model remains an acceptable descriptor of the stance-limb mechanics.

Practically, since mean velocity was found less reliable, we recommend that the preferred indices to readily detect small changes in sprint performance on this dynamometer should be the distance covered and the propulsive power. When testing on another day, sport scientists should also be aware that the acceptability of the measurement error (reliability) of performance indices, spatiotemporal patterns and spring-mass characteristics variability decreases, whereas ground reaction forces are highly reliable even on separate days.

Conclusion

Reliable running mechanical data can be derived from single sprints on an instrumented treadmill on the same day and between days. Compared to within-day, however, the slightly larger variability associated with between-day designs would implies larger sample sizes to detect 'real' changes in performance or stride parameters due to an intervention.

References

- Coleman, D.R., Cannavan, D., Horne, S., & Blazeovich, A.J. (2012). Leg stiffness in human running: comparison of estimates derived from previously published models to direct kinematic-kinetic measures. *Journal of Biomechanics*, 45(11), 1987-1991.
- Gonzalez, A.M., Wells, A.J., Hoffman, J.R., Stout, J.R., Fragala, M.S., Mangine, G.T., McCormack, W.P., Townsend, J.R., Jajtner, A.R., Emerson, N.S., & Robinson, I. (2013). Reliability of the Woodway Curve(TM) Non-Motorized Treadmill for Assessing Anaerobic Performance. *Journal of Sports Science and Medicine*, 12(1), 104-108.
- Highton, J.M., Lamb, K.L., Twist, C., & Cicholas, C. (2001). The reliability and validity of short-distance sprint performance assessed on a nonmotorized treadmill. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(2), 458-465.
- Tong, R.J., Bell, W., Ball, G., & Winter, E.M. (2001). Reliability of power output measurements during repeated treadmill sprinting in rugby players. *Journal of Sports Sciences*, 19(4), 289-297.
- Weir, J.P. (2005). Quantifying test-retest reliability using the intraclass correlation coefficient and the SEM. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(1), 231-240.

Latence de la synchronie dans une tâche de fitness : exploration de l'influence des traits de personnalité

Tom Giraud¹, Florian Focone¹, Virginie Demulier¹, Jean Claude Martin¹ et Brice Isableu²

¹ LIMSI-CNRS (UPR 3251), ² Laboratoire CIAMS (EA 4532), UFR STAPS, Université Paris Sud.
tom.giraud@u-psud.fr

Introduction

La synchronie, en tant que premier degré de la coordination et de l'action jointe, est connue pour affecter la relation entre deux individus (e.g. augmentation du rapport) et être modulée par les dispositions pro-sociales des individus (e.g. les compétences pro-sociales) (Marsh, Richardson, and Schmidt 2009). L'approche des systèmes dynamiques non linéaire pour l'étude de la synchronie apporte un cadre théorique fort mais contraint l'analyse, par ses méthodes, à des tâches minimalistes. Les études portant sur des situations plus écologiques adoptent une approche globale (basée sur l'énergie cinétique) et linéaire (e.g. corrélations croisées (Tschacher et al, 2014)). Cependant ces recherches se concentrent sur l'étude de l'amplitude de la synchronie sans proposer de caractériser son évolution. L'objectif de cette étude préliminaire est d'analyser comment certains traits de personnalité sont associés aux caractéristiques de la latence de la synchronie entre un coach et son élève dans une tâche de coordination de mouvements fitness. La personnalité des membres d'une dyade coach-élève joue un rôle déterminant dans leur engagement à l'entraînement (Jackson et al. 2010), et devrait aussi se refléter dans les aspects temporels (synchronisation) de la coordination. Nous nous concentrons sur trois traits à composantes interpersonnelles du modèle de personnalité en cinq facteurs : l'extraversion, l'agréabilité et le névrosisme.

Méthode

Dix huit dyades de mêmes sexes ont participé à cette étude (dont 10 dyades femmes). Chaque dyade était composée d'un coach expert du mouvement (i.e. capoeiriste, danseur ou coach fitness) et d'un élève novice. Après une session d'apprentissage de la séquence de mouvement (i.e. 4 pas en avant, 4 montées de genoux, 4 vagues avec les bras, 4 uppercuts, 8 combinaisons des mouvements précédents), chaque membre de la dyade devait exécuter cette chorégraphie dans deux conditions : dos à dos puis face à face. Dans la deuxième condition, l'élève était informé qu'il devait suivre le coach. Les mouvements étaient capturés à l'aide d'un système optoélectronique composé de 18 caméras infrarouge. La fréquence d'échantillonnage était de 100Hz. Pour chaque séquence de mouvement, l'énergie cinétique globale était calculée. Les analyses de synchronie via corrélations croisées dépendent en grande partie de la fenêtre temporelle utilisée. Le choix de cette fenêtre résulte d'un compromis entre fiabilité de la corrélation et sensibilité aux variations (Boker et al. 2002). La Figure 1 montre le résultat des corrélations croisées entre l'énergie du coach et de l'élève pour 9 fenêtres temporelles en faisant varier la latence de -2 à +2 secondes. Une fenêtre temporelle de 1 seconde préserve la synchronie présente pour une latence de 0 tout en offrant une bonne sensibilité.

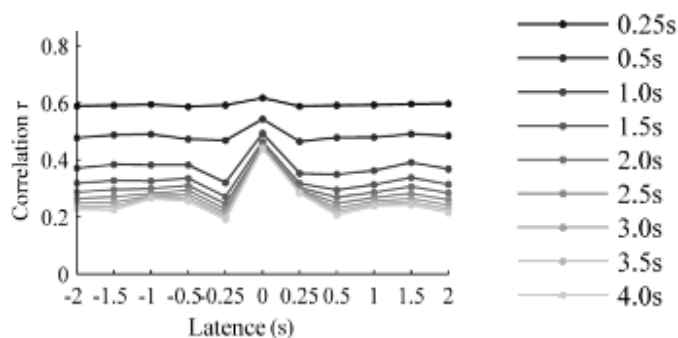


Figure 1. Corrélations croisées entre l'énergie du coach et de l'élève pour 9 fenêtres temporelles. Pour caractériser l'évolution temporelle de la latence dans la synchronie, la latence correspondante à la corrélation croisée maximale est retenue à chaque frame (i.e., méthode du « peak picking »)

(Boker et al. 2002)). Pour chaque interaction, nous obtenons la série temporelle de la latence et donc son écart-type et sa fréquence moyenne.

Résultats

La relation entre les dispositions de chacun des membres de la dyade ainsi que leur interaction sur un trait de personnalité et chaque variable caractérisant la latence est modélisée via des régressions multiples. Le Tableau 1 montre comme principal effet l'association entre le névrosisme des participants et l'écart type de la latence (56,7% de la variance expliquée, principalement par le terme d'interaction). Une tendance apparaît concernant l'agréabilité du coach et la fréquence moyenne de la latence.

Tableau 1 : Prédiction (régressions multiples) de la latence par les traits de personnalité (* p<0,05)

Variabiles latence	R ²	p	B standard	p	Variabiles personnalité	Modèles
Ecart-type d'évolution de la latence	0,193	0,38	0,006	0,98	Coach	Extraversion
			-0,283	0,26	Elève	
			-0,303	0,24	Coach*Elève	
	0,156	0,48	-0,100	0,71	Coach	Agréabilité
			-0,295	0,34	Elève	
			0,118	0,69	Coach*Elève	
0,567	0,00*	-0,363	0,06	Coach	Névrosisme	
		0,132	0,48	Elève		
		-0,702	0,00*	Coach*Elève		
Fréquence moyenne d'évolution de la latence	0,232	0,28	0,440	0,08	Coach	Extraversion
			-0,187	0,44	Elève	
			-0,118	0,63	Coach*Elève	
	0,324	0,13	-0,570	0,03*	Coach	Agréabilité
			0,021	0,94	Elève	
			0,171	0,52	Coach*Elève	
0,089	0,72	-0,214	0,43	Coach	Névrosisme	
		-0,163	0,54	Elève		
		0,016	0,95	Coach*Elève		

Discussion

L'interaction entre le névrosisme du coach et de l'élève ainsi que l'agréabilité du coach semblent jouer un rôle dans la stabilité de l'évolution de la latence : un coach plus agréable et moins névrotique par rapport à un élève plus névrotique diminue l'écart type de l'évolution de la latence et augmente la fréquence de son oscillation. Sur une tâche de synchronisation volontaire comme celle-ci, ces effets peuvent être le signe de stratégies pour faciliter la coordination via une augmentation de la prédictibilité (Sacheli et al. 2013). Bien que préliminaires, ces résultats sont encourageants, et permettent d'envisager de nouvelles passations pour la construction de modèles plus complexes.

Références

- Boker, Steven M., Jennifer L. Rotondo, Minquan Xu, and Kadajah King. 2002. Windowed Cross-Correlation and Peak Picking for the Analysis of Variability in the Association between Behavioral Time Series. *Psychological Methods* 7 (3): 338–55.
- Jackson, Ben, James A. Dimmock, Daniel F. Gucciardi, and J. Robert Grove. 2010. Relationship Commitment in Athletic Dyads: Actor and Partner Effects for Big Five Self- and Other-Ratings. *Journal of Research in Personality* 44 (5): 641–48.
- Marsh, Kerry L., Michael J. Richardson, and R. C. Schmidt. 2009. Social Connection Through Joint Action and Interpersonal Coordination. *Topics in Cognitive Science* 1 (2): 320–39.
- Sacheli, Lucia Maria, Emmanuele Tidoni, Enea Francesco Pavone, Salvatore Maria Aglioti, and Matteo Candidi. 2013. Kinematics Fingerprints of Leader and Follower Role-Taking during Cooperative Joint Actions. *Experimental Brain Research* 226 (4): 473–86.
- Tschacher, Wolfgang, Georg M. Rees, and Fabian Ramseyer. 2014. Nonverbal Synchrony and Affect in Dyadic Interactions. *Personality and Social Psychology* 5: 1323.

Rhythms of upper-lower limbs in front crawl swimming in relation to environment and task constraints: an exploratory study

Brice Guignard^{1,2}, Omar Ayad¹, Annie Rouard², Didier Chollet¹ et Ludovic Seifert¹

¹ « Centre d'Etudes des Transformations des Activités Physiques et Sportives » (EA 3832),
University of Rouen

² « Laboratoire de Physiologie de l'Exercice » (EA 4338), University Savoie Mont Blanc
brice.guignard@univ-rouen.fr

Introduction

In cyclical sport activities, human movements often followed sinusoidal rhythms, reducing the apparent complexity of motion to a simple mathematical model (Sanders & Psycharakis, 2009). Most of the time in front crawl swimming, the upper-lower limbs rhythms are not in-phase due to different eigenfrequency of each oscillator. Indeed, six-beat leg-kicking is generally observed for one arm stroke cycle (Sanders & Psycharakis, 2009). However, these rhythms are not the lonely arm-leg coupling and might be modified by constraints applied on the swimmers (Persyn, Daly, Vervaecke, Tilborgh & Verhetsel 1983). According to Newell (1986), three types of constraints influenced the individual-environment coupling: *environmental*, *organismic* and *task* constraints. Environmental constraints referred to the characteristics of the field in which the athletes evolved; organismic constraints referred to the intrinsic characteristics of the athletes and task constraints are assimilated to the conditions in which participants perform the task. The aim of this study was to investigate the dynamics of the rhythms of the upper and lower limbs when the task (increase of swimming speed) and environmental (flow in the flume vs. flow in the pool) constraints are manipulated. As previously suggested by Chollet, Chabies & Chatard (2000), we hypothesised that the speed increase would induce a shift of the leg-kicking pattern. Secondly, we envisaged that the flume water flow (arriving in front of the swimmer) would perturb the coordination.

Methods

Three national male swimmers (21.3 ± 3.06 years, 1.86 ± 0.04 m and 78.3 ± 3.51 kg) performed in a 50-m swimming pool eight swimming bouts at 76, 80, 84, 88, 92, 96, 100 and 104% of their mean speed obtained during their best mark on 200-m race. Same protocol was reproduced in a flume (i.e. water flows in front of the swimmer) at speeds corresponding to the efforts reached in the pool (perception of effort evaluated with a Borg scale). For each speed bout in the flume, swimmers completed forty stroke cycles. The number of speed bouts performed in the flume ranged from seven to eight, depending on the swimmer to achieve the constraint.

Swimmers wore four inertial sensors (Hikob Fox, HIKOB, Villeurbanne, France), composed by a 3D accelerometer, 3D gyroscope and 3D magnetometer, during the whole duration of the test, positioned on the ventral side of the shanks and the dorsal side of the upper arms. Angles between these sensors and the horizontal axis were computed using Matlab 2014a software (MathWorks Inc., Natick, MA, USA). Spectral analysis was then conducted using a Fast Fourier Transform (FFT) to extract the peak power frequency (PPF; the frequency associated with the highest value of the power spectrum) for each oscillator in each condition. Finally, dominant frequency ratios of upper arms vs. shanks were computed for each speed and in the two swimming environments.

Results

For all the participants, the frequency ratios were concentrated over three main values: 1.0, 0.5 and 0.33 (Figure 1), corresponding to the three main leg-kicking patterns regularly adopted in front crawl swimming (i.e. two-, four- and six-beat leg-kicking). The highest swimming speeds imposed mainly a 0.33 frequency ratio, corresponding to a six-beat leg-kicking, whereas the first velocities might be performed using the three modes of coordination. Consequently, the dynamics of these ratios showed high inter-individual variability at the beginning of the test in the two environments. For instance, swimming coordination dynamics for S2 was not affected by the increase of speed nor

the environmental constraint. This was not the case for S1 and S3 who exhibited coordination pattern transition, depending on the manipulation of environmental (water flowing in front of the swimmer in the flume) and/or task constraints (velocity increase). To go further, we noted that S1 presented an atypical coordination dynamics, with an important asymmetry between right and left body side characterised by the presence of a 1.0 frequency ratio at highest level of velocity.

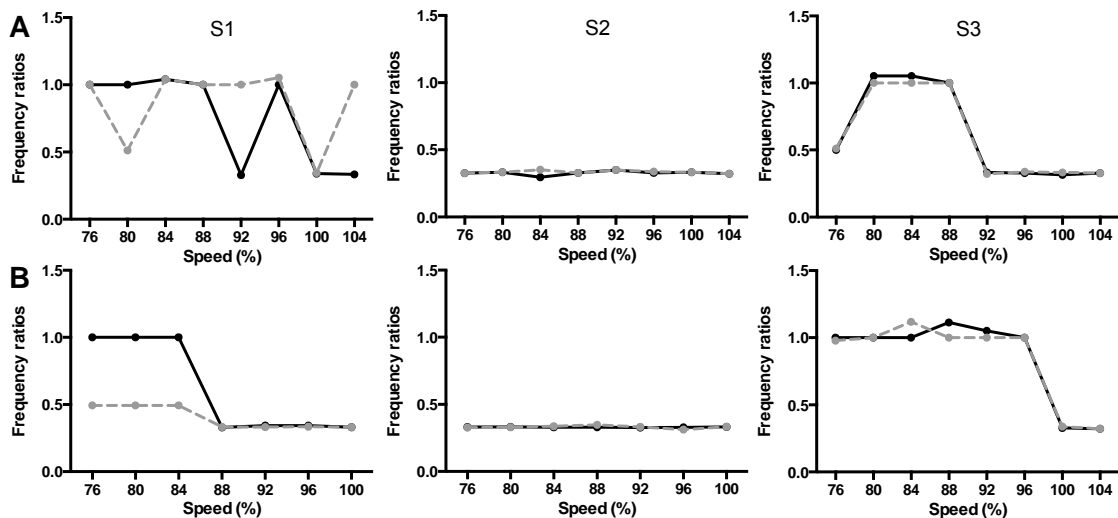


Figure 1. Frequency ratios as a function of speed increase in the pool (A) and the flume (B) for the three participants (right body side in continuous black line and left body side in dashed grey line).

Discussion

The main findings of this study showed that the manipulation of environmental and task constraints generally induced transition in the coordination dynamics, from a two- to a six-beat leg-kicking with the speed increase. These results are consistent with the findings of Chollet et al. (2000) and Persyn et al. (1983) who showed that the two-beat leg-kicking was involved in the body balance at low speed while the six-beat leg-kicking provide a significant contribution to the propulsion for sprint. Swimming in flume at the highest speeds was irrecoverably performed using a six-beat leg-kicking pattern. For S1 and S3, it can be mentioned that these changes of coordination patterns were abrupt (i.e. from 0.33 to 1 ratios and vice-versa), and not progressive (i.e., by using an intermediate state such as 0.5 ratio) as previously observed in bi-manual coordination (Scholz, Kelso, & Schöner, 1987). The inter-individual variability of the coordination modes observed in this study might be related to the swimmers' technique (i.e. organismic constraint according to Newell (1986)). Further investigations over a larger sample would reinforce this first analysis of swimmers' adaptability to constraints manipulation.

References

- Chollet D., Chalies S., Chatard J.C. (2000). A new index of coordination for the crawl: description and usefulness. *International Journal of Sports Medicine*, 21, 54-59
- Newell, K. M. (1986). Constraints on the development of coordination. In M. G. Wade & H. T. A. Whiting (Eds.), *Motor Development in Children: Aspects of Coordination and Control*. Boston: Martinus Nijhoff Publishers.
- Persyn U., Daly D., Vervaecke H., Van Tilborgh L., Verhetsel H. (1983). Profiles of competitors using different patterns in front crawl events. In A.P. Hollander, P.A. Huijing, G. de Groot (Eds), *Swimming Science IV*, Champaign, Illinois: Human Kinetics Publishers, 323-328
- Sanders, R. H., & Psycharakis, S. G. (2009). Rolling rhythms in front crawl swimming with six-beat kick. *Journal of Biomechanics*, 42(3), 273-9.
- Scholz, J. P., Kelso, J., & Schöner, G. (1987). Nonequilibrium phase transitions in coordinated biological motion: Critical slowing down and switching time. *Physics Letters A*, 123(8), 390-4.

Effets de l'apprentissage par les technologies d'information et de communications sur la performance motrice en milieu scolaire.

Cas de l'enseignement du lancer de poids style d'O'Brien

Aymen Hawani, Maher Mrayeh et Aymen Mechrghi

Institut supérieur de Sport et de l'Education physique de Ksar Said, Tunisie

hawani.aymen@yahoo.com

Introduction

Au cours d'un apprentissage par observation basée sur une approche pédagogique utilisant la projection audiovisuelle, comment des élèves collégiales n'ayant pas un niveau d'expertise motrice en matière du lancer de poids style d'O'Brien, profitent-ils de l'entraînement qui leur est proposé? En tirent-ils un meilleur profit sur les deux plans qualitatif et quantitatif lors d'un cycle d'apprentissage moteur d'une action motrice abordée pour la première fois? (Bandura 1982,1986)

Méthode

Population et plan expérimental

Une population d'étude de 87 élèves (39 garçons et 48 filles) a participé à cette étude. Leur âge varie entre 12 et 14 ans, leur taille moyenne est de 1.60m ± ainsi que leur poids qui est de 55kg ±. Cette population a réuni trois classes de 7eme de base qui se distingue par l'absence d'expérience pratique en terme d'activité athlétique, plus précisément en Lancer du Poids. Il est à noter que l'enseignante choisie a une expérience professionnelle de dix ans est spécialiste en " Hand-ball".

Expérimentation et matériel

La tâche expérimentale consiste à faire apprendre aux élèves la technique relative du lancer de poids en adoptant le style translation (style d'O'Brien). A cet égard et pour aborder cette habileté motrice complexe, 11 séances ont été programmées ; à raison de 2 séances par semaine d'une durée égale à 50 mn chacune.

Durant ce cycle d'apprentissage, trois évaluations ont été programmées : la première étant prédictive au début du cycle, la deuxième étant formative et s'est située après la 5eme séance d'apprentissage, et la troisième évaluation étant sommative a été conduite après la 10eme séance.

Trois démarches pédagogiques différentes ont été proposées et mise à essai :

- **La Première approche** consiste en une démonstration gestuelle couplée par des directives verbales (ADG) des différentes taches motrices proposées présenté par l'enseignante durant le cycle du lancer de poids.
- **La Seconde approche** consiste en une description verbale (ACV) des actions motrice à entreprendre et à réaliser de la part des élèves dans chaque situation d'apprentissage.
- **La dernière approche** consiste à présenter les situations pédagogiques de chaque séance en utilisant une "Projection Audiovisuelle" (APA) du contenu à faire apprendre avant de passer à l'action.

Procédures statistiques

Nous avons procédé au traitement des données de l'observation par le « calcul du pourcentage » et du « khi - deux » avec un seuil de probabilité inférieur à 0,05.

Le calcul du pourcentage permet d'identifier les prestations des élèves au niveau de l'apprentissage des différents taches motrices spécifiques en lancer de poids (style d'O'Brien).

Le calcul khi - deux permet de déduire les effets respectifs des approches pédagogiques utilisées sur la qualité d'acquisition des différentes taches motrices nécessaires à l'apprentissage du lancer de poids (style d'O'Brien).

Résultats

Tableau 1: Progression de la qualité de prestation des élèves à la fin du cycle d'apprentissage.

APPROCHE HABILETES	ACV		ADG		APA		Comparaison entre les trois approches
	% H.M	% H.N.M	% H.M	% H.N.M	% H.M	% H.N.M	
Tenue de l'engin	68.96%	31.04%	75.86 %	24.24 %	82.76 %	17.24 %	khi2 = 1.506 ; ddi= 2, NS à P=0.471 > 0.05
Position du coude	62.07%	37.93%	68.97%	31.03%	72.41%	27.59%	khi2 = 0.737 ; ddi= 2, NS à P=0.692 > 0.05
Sursaut latéral	51,72%	48,28%	62.07%	37.93%	75.86%	24.24%	khi2 = 3.658; ddi= 2, NS à P=0.161 > 0.05
Placement de la reprise du double appui	48,28%	51,72%	51,72%	48,28%	62,07%	37,93%	khi2 = 1.203; ddi= 2, NS à P=0.548 > 0.05
Poussé de bras	51,72%	48,28%	58.62%	41.38%	65.52%	34.48%	khi2 = 1.137; ddi= 2, NS à P=0.566 > 0.05
Impulsion de la jambe libre	24,14 %	75,86 %	55,17 %	44,83 %	68,97 %	31,03 %	khi2 = 12.232 ; ddi= 2, SN à P=0.002 < 0.05.
Sursaut rasant	24,14 %	75,86 %	51,72 %	48,28 %	58,62 %	41,38 %	khi2 = 7.808 ; ddi= 2, SN à P=0.02 < 0.05.
Rotation du bassin	17,24 %	82,76 %	51,72 %	48,28 %	65,52 %	34,48 %	khi2 = 14.5 ; ddi= 2, TS à P=0.001 < 0.05.
Extension de la jambe libre	17,24 %	82,76 %	48,28 %	51,72 %	62,07 %	37,93 %	khi2 = 12.509 ; ddi= 2, TS à P=0.002 < 0.05.
Rotation du corps	17,24 %	82,76 %	44,83 %	55,17 %	58,62 %	41,38 %	khi2 = 10.708 ; ddi= 2, TS à P=0.005 < 0.05.

H.M : Habileté maîtrisée. - H.N.M : Habileté non maîtrisée.

Conclusion

Cette étude portant sur l'acquisition d'une habileté motrice complexe (le lancer de poids style translation) en examinant l'effet de trois démarches d'apprentissage distinctes a montré que la projection audiovisuelle assure une meilleure qualité d'apprentissage. L'influence de l'approche audiovisuelle a été constatée également au niveau de l'exécution des différentes séquences motrices. Elle est traduite par un pourcentage d'efficacité allant jusqu'à 82 % pour certaines séquences motrices nécessaires à l'exécution du lancer de poids (style O'Brien).

Il est à signaler aussi que cette étude a permis de constater que plus l'information relative à l'habileté motrice à reproduire est facile à décoder (la contribution de la projection audiovisuelle lors de l'apprentissage moteur) plus la qualité de reproduction est meilleure (taux de maîtrise dépasse 70 % et allant jusqu'à 82.76 % pour la « tenue de l'engin ». Toutefois, il est à signaler qu'en utilisant seulement la démonstration gestuelle au cours des séances d'apprentissage, les élèves éprouvé des difficultés prédites surtout en ce qui concerne l'apprentissage des différentes séquences motrices complexes spécifiques en lancer de poids (style O'Brien) à l'exemple de l' « extension de la jambe libre » (taux d'échec égal à 51,72 %). Nous avons également constaté, qu'en utilisant l'information verbale au cours des séances d'apprentissage, les élèves ont trouvé des difficultés lors de l'exécution des différentes séquences de l'habileté motrice proposée. Cela est peut être lié à l'absence de la représentation mentale du mouvement à reproduire, à sa complexité technique ainsi qu'au degré d'interaction avec autrui, en particulier avec l'enseignant modèle lui-même.

Ces premiers résultats obtenus dans l'apprentissage par observation d'une habileté motrice complexe doivent nous amener à prolonger nos recherches dans la direction de l'effet de la méthodologie d'intervention de l'enseignant pour favoriser l'imitation interactive au sein de la classe.

Références

- François Larose : « Approche éco systémique et fondements de l'intervention éducative précoce en milieu socioéconomiques faibles. Les conditions de la résilience scolaire » Brock Education Vol. 13, No. 2, 2004.
- Guadagnoli, M., Holcomb, W. and Davis, M. (2002) The efficacy of video feedback for learning the golf swing. *Journal of Sports Science*, 20, 615-22.
- Laguna PL. « Task complexity and sources of task-related information during the observational learning process ». *J Sports Sci*. 2008.
- Lafont, L. (2002). Efficacité comparée de la démonstration explicitée et de l'imitation modélisation interactive pour l'acquisition d'une séquence dansée chez des adolescentes de 12 à 15 ans. *Revue STAPS*, 58,69-79.

Processus sensorimoteurs de saisie manuelle et traitement des nombres

Loïc P. Heurley, Julie Thibaut et Vincent Dru

Equipe « Emotion, Cognition, Comportement », Laboratoire CeRSM, Université Paris X
heurleyloic@yahoo.fr

Introduction

L'approche incorporée de la cognition défend l'idée que les capacités cognitives symboliques (e.g., langage) impliqueraient la réutilisation de processus sensorimoteurs utilisés afin de percevoir et d'agir (Barsalou, 2008). Appliqué au champ de la cognition numérique, l'objectif consiste à déterminer si la compréhension des nombres pourrait impliquer des processus sensorimoteurs et si oui, lesquels. Dans ce cadre, différents travaux suggèrent un rôle des processus impliqués dans le geste de saisie. En effet, lors de la saisie d'un objet, le traitement concomitant de grands nombres (8/9) entraîne une ouverture de la main plus importante durant la phase d'atteinte par rapport au traitement de petits nombres (1/2). De manière similaire, la réalisation d'une saisie à pleine main (vs. une saisie entre le pouce et l'index) semble être facilitée par le traitement de grands nombres et ralentie par le traitement de petits nombres (voir Heurley & Ferrier, 2015 pour une revue). Pris ensemble, ces travaux suggèrent que la compréhension des nombres peut altérer la planification d'un geste de saisie. L'objectif du présent travail est de tester si des processus sensorimoteurs impliqués dans la planification d'un geste de saisie peuvent en contrepartie influencer la compréhension des nombres. Pour tester cette possibilité, nous avons mis au point une expérience, décomposée en trois étapes, dans laquelle il était demandé aux participants de planifier une action de saisie ou de pointage sans la réaliser immédiatement, de réaliser une tâche de compréhension de nombres puis de réaliser l'action planifiée. Un tel protocole permet un traitement des nombres alors qu'une action est planifiée (mais pas encore réalisée). Dans l'hypothèse où des processus sensorimoteurs habituellement utilisées pour planifier une action de saisie seraient réutilisés afin de traiter des nombres, nous nous attendons à des temps de jugement de parité plus courts dans la condition où cette action a été planifiée plutôt qu'une action de pointage. Plus précisément, nous avons sélectionné ces deux types d'action car plusieurs travaux suggèrent que l'action de saisie, contrairement au pointage, nécessite un traitement de la taille visuelle des objets à saisir. D'autre part, des travaux suggèrent que la taille visuelle est en mesure d'affecter la compréhension des nombres. Fort de ces résultats, nous envisageons la possibilité que planifier une action de saisie devrait affecter la compréhension des nombres. Et cela devrait se produire via l'implication de processus de traitement de la taille visuelle, absents lors d'un pointage (qui impliquerait plutôt un traitement de la position).

Méthode

Participants. 24 étudiants d'une école d'ostéopathie (âge moyen = $21,96 \pm 1,93$), incluant 7 hommes et 5 gauchers, ont participé à cette expérience.

Matériel. Nous avons utilisé deux photos : une main droite mimant une saisie et une main droite mimant un pointage ainsi que 3 cubes blancs de tailles différentes (6 cm, 5 cm, 1,5 cm). Nous avons aussi utilisé 8 chiffres différents : 4 pairs (2, 4, 6, 8) et 4 impairs (1, 3, 7, 9).

Procédure. L'expérience se déroulait en 3 phases successives. La phase 1 (24 essais) avait pour but d'entraîner les participants à réaliser un geste de saisie et de pointage. Chaque essai se subdivisait en 2 étapes. Premièrement, la photo d'une main mimant une saisie ou un pointage était présentée à l'écran (800 ms). Ensuite, apparaissait une croix à l'écran juste au-dessus d'un des trois cubes indiquant aux participants qu'ils devaient saisir ou pointer ce cube en particulier avec leur main droite (l'ordre des cubes était contrebalancé entre les participants). La phase 2 était aussi une phase d'entraînement (24 essais). Une tâche de jugement de parité était intercalée entre la présentation de la photo et la réalisation du geste. Ainsi, après la disparition de la photo indiquant le geste à réaliser, un point de fixation apparaissait (200 ms) immédiatement suivi d'un chiffre, écrit en noir, qui restait

au centre de l'écran jusqu'à ce que les participants cliquent sur un des boutons de la souris à l'aide de leur main gauche. Leur tâche était de dire, le plus vite possible, si le chiffre était pair ou impair (les clics étaient contrebalancés entre les participants). Une fois la réponse donnée, une croix indiquant le cube à saisir ou à pointer était présentée. Pour passer à l'essai suivant, les participants devaient appuyer sur la barre espace d'un clavier avec leur main droite après avoir réalisé une saisie ou un pointage sur l'objet cible (Figure 1a). La phase 3 (96 essais), dite phase test, reprenait la même procédure que la phase 2.

Un expérimentateur notait chaque geste réalisé afin de mesurer le taux d'erreurs sur les actions. Les temps de réponse et les erreurs sur la souris étaient recueillis à l'aide du logiciel E-Prime 2.0 qui était aussi utilisé afin de contrôler la présentation des stimuli à l'écran (1280*1024 pixels – 60Hz).

Résultats

Nous avons réalisé une ANOVA à mesures répétées, avec les variables « actions » (saisie vs. pointage) et « chiffres » (1/2, 3/4, 6/7 et 8/9) manipulées en intra-sujet, sur les temps de jugements de parité après l'exclusion des temps aux essais de familiarisation, aux erreurs de jugements de parité et aux erreurs sur les actions (pour s'assurer que l'action a bien été planifiée). L'ANOVA ne révèle pas d'effet des chiffres ($p = 0,46$), ni d'interaction entre les actions et les chiffres ($p = 0,64$). En revanche, l'ANOVA révèle un effet significatif des actions [$F(1, 23) = 4,88, p < .04, \eta^2_p = 0,18$]. Les temps de jugement de parité sont plus courts lorsque l'action planifiée est une saisie (577,59 ms \pm 75,41) par rapport à un pointage (588,95 ms \pm 82,24 ; Figure 1b).

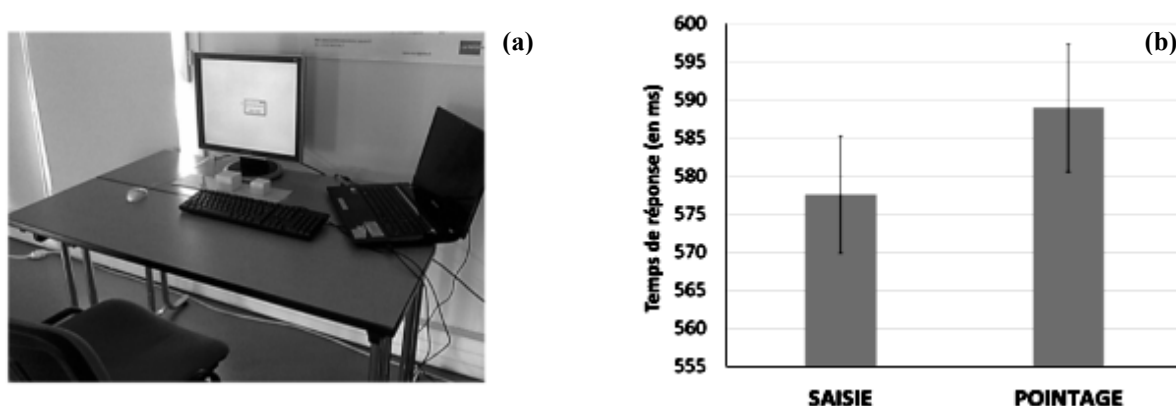


Figure 1. (a) Dispositif expérimental et (b) temps de jugement de parité (en ms) en fonction de l'action planifiée (les barres d'erreurs représentent les erreur-types).

Discussion

Dans ce travail, notre but était de tester la possible influence d'un geste de saisie sur la compréhension des nombres. Les résultats mettent en évidence une facilitation à réaliser des jugements de parité uniquement dans la condition où une action de saisie avait été planifiée. Ces résultats supportent ainsi la possibilité que les processus sensorimoteurs mobilisés pour planifier un geste de saisie seraient réutilisés afin d'effectuer un traitement numérique démontrant ainsi l'implication fonctionnelle de processus sensorimoteurs à un niveau symbolique. Plus précisément, nous envisageons l'hypothèse que cette influence serait médiatisée par le fait que le geste de saisie impliquerait un traitement de la taille pour adapter l'ouverture de la main aux objets à saisir ce qui n'est pas le cas pour le geste de pointage.

Références

- Barsalou, L. W. (2008). Grounded Cognition. *Annual Review of Psychology*, 59, 617-645.
 Heurley, L. P., & Ferrier, L. P. (2015). What are memory-perception interactions for? Implications for action. *Frontiers in Psychology*, 5, 1-4.

Coordination posture/movement: a trade-off between reach and balance efficiency explains the inter-individual disparity

Pauline Hilt¹, Bastien Berret² et Thierry Pozzo¹

¹ Laboratoire Cognition, Action et Plasticité Sensorimotrice, INSERM U1093, Université de Bourgogne ² Laboratoire CIAMS, Université Paris-Sud 11
pauline.hilt@u-bourgogne.fr

Introduction

Hand reaching and bipedal equilibrium are two fundamental features of human motor control. However, how the brain coordinates these two possibly conflicting objectives during the planning of goal-oriented actions is not yet clearly understood. For instance favoring the stability of balance by keeping the projection of the center of mass (CoM) at the center of the base of support (BoS), or by lowering it, may be detrimental to the efficiency of reaching. Conversely, efficient reaching may induce unstable postural strategies moving the line of gravity close to the extremities of the BoS. The aim of this study was to identify the extent to which equilibrium stability concerns can shape whole-body reaching strategies.

Method

To address this issue and emphasize the expression of these motor decision processes, we studied a whole-body reaching task where no specific reach endpoint was imposed to the participant (Berret et al, 2011). Here the target was a uniform surface. We thus added a large extrinsic redundancy (target-related) to the existing intrinsic one (body-related) which is traditionally studied in motor control (Bernstein, 1967). The lack of pre-determined endpoint decreased the focal constraints and allowed subjects to freely choose not only the final posture and also the final hand position. The motor strategy used during free-endpoint whole-body reaching may reveal the degree of balance stability involvement within the motor planning process. As showed in Figure 1.A, the 25 subjects tested were asked to perform a series of pointing movements toward a homogeneous surface (with no prescribed reach endpoint) placed in front of them from a standing posture while dealing with equilibrium maintenance (distance surface-shoulder: 130% of arm's length). To avoid automatic repetition of the same movement and habituation effects, we introduced three initial postures (P1, P2 and P3) and chose among them in a pseudorandom order. The task was similar to (Berret et al, 2009) except that we used a redundant target as in (Berret et al, 2011).

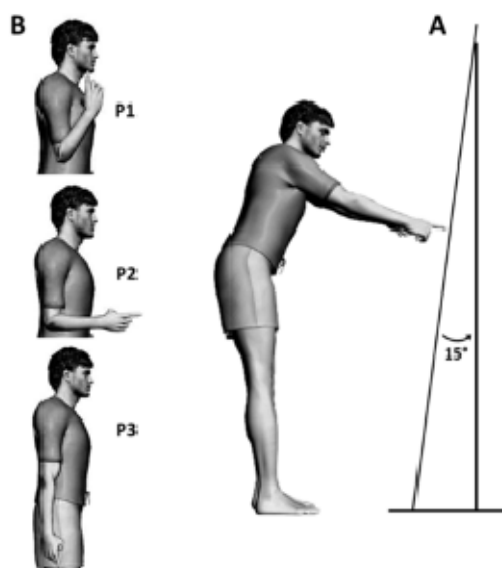


Figure 8: Illustration of the experimental protocol. A. Experimental paradigm. B. Representation of the three initial arm starting postures

Results

An intra-subject analysis revealed that, despite the freedom, subjects did not vary much their (self-chosen) motor strategy across trials and initial postures (P1, P2 and P3). On the other hand, a significant inter-subject variability was observed leading to a continuum going from a knee flexion strategy to a trunk bending strategy, which induced a variety of final CoM and hand locations.

Using optimal control methods, we identified two cost functions accounting for these two "extreme" strategies: the trunk strategy was well replicated by a cost measuring the absolute work of muscle torques (min. energy), whereas the knee strategy was well described by a cost measuring the total amount of squared muscle torque (min. torque). The energy cost led to unstable equilibrium at the end of the reach but to minimal body/hand displacement. In contrast, the torque cost involved stable equilibrium but required greater hand displacement and energy expenditure. The important between-subject seems to be explainable by a trade-off between a minimization of these two costs.

To better understand this link, we computed the distance of each subject from each one of the costs, defined as the RMSE between the simulated and recorded joint trajectories. Subjects who were close to a minimum energy solution tended to reach higher and keep the CoM higher (correlation analysis: $R = -0.52$ and $R = -0.55$, respectively). Furthermore, distances to the minimum torque solution positively correlated with the antero-posterior CoM endpoint ($R = 0.45$) meaning that the projection of the CoM remained close to the center of the BoS (besides the lowering of the CoM because of the knee flexion).

Discussio,

Our results suggest that posture and movement coordination may be viewed as a motor decision process between at least two costs (subjective internal values), depending on subject's expectation. The first one would account for the reach efficiency at the price of selecting possibly unstable postures and possibly more risky strategies from a risk of fall standpoint. In contrast, the second value would represent balance-efficient strategies but may then require larger postural and focal limb displacements to perform the task.

References

- Bernstein, N. (1967). *The Coordination and Regulation of Movement*. Pergamon Press, Oxford.
- Berret, B., Chiovetto, E., Nori, F., & Pozzo, T. (2011). Evidence for Composite Cost Functions in Arm Movement Planning: An Inverse Optimal Control Approach. *PLOS Computational Biology*, 7(10), 2-18.
- Berret, B., Bonnetblanc, F., Papaxanthis, C., & Pozzo, T. (2009). Modular Control of Pointing beyond Arm's Length. *The Journal of Neuroscience*, 29(1), 191-205.

Effet de la focalisation attentionnelle sur la force maximale volontaire isométrique

Anne Ille¹, Caroline Sajous¹, Bernard Thon¹ et Julien Duclay¹

¹Laboratoire PRISSMH (EA 4561), Faculté des Sciences du Sport et du Mouvement Humains,
Université Toulouse3 -Paul Sabatier.

anne.ille@univ-tlse3.fr

Introduction

La focalisation de l'attention au cours de l'exécution du mouvement influence la performance et l'apprentissage : dans des tâches motrices variées, un nombre d'études croissant montre que focaliser son attention sur l'effet recherché (focus externe, FE) plutôt que sur le mouvement à réaliser (focus interne, FI) conduit à de meilleurs résultats (e.g. Lohse, Sherwood & Healy, 2014). Plusieurs études ont montré un avantage du FE sur le FI pour le maintien d'une force sous-maximale ainsi que pour la production d'une force maximale. Cette augmentation du moment net résultant peut s'accompagner d'une diminution de l'activité des muscles antagonistes en condition FE, interprétée comme une meilleure coordination intermusculaire (Lohse & Sherwood, 2012). Cependant, à l'heure actuelle, l'origine des mécanismes nerveux impliqués dans l'augmentation du moment de force résultant en condition de FE reste à préciser. Ces gains de force pourraient notamment être associés à un meilleur recrutement des muscles agonistes que l'on peut étudier en analysant le niveau d'activation volontaire à partir de la technique de la secousse surimposée à la contraction maximale volontaire (CMV). Dès lors, cette étude a pour objectif de préciser les mécanismes nerveux impliqués dans la modulation de la production de force lors de CMV par le focus attentionnel. Nous faisons l'hypothèse que dans une tâche de force maximale, la focalisation externe de l'attention devrait permettre de développer plus de force que la focalisation interne, grâce notamment à un meilleur niveau d'activation des muscles agonistes.

Méthode

15 jeunes hommes ont réalisé des CMV isométriques avec les muscles extenseurs de la jambe. Les sujets étaient en position assise avec les angles des articulations du genou et de la hanche fixés à 90°. Le moment de force résultant a été enregistré à l'aide d'un ergomètre isocinétique (Biodex, System 4). Dix CMV ont été réalisées dans 2 conditions de focalisation de l'attention, i.e 5 CMV avec un FI et 5 CMV avec un FE, l'ordre étant contrebalancé entre les participants. La focalisation interne ou externe de l'attention était induite par des instructions données aux sujets avant chaque essai. Pour le FI, les participants devaient se concentrer sur leur muscle tandis que pour le FE externe, les participants devaient se concentrer sur la force produite sur le bras de levier de l'appareil. Pendant les CMV, une double stimulation électrique percutanée du nerf fémoral (doublet à 100 Hz) a permis d'enregistrer le doublet surimposé (Pds). Le même type de stimulation a été appliqué 5 secondes après l'arrêt de la contraction (Pdp) dans les conditions de repos. Le niveau d'activation volontaire (VAL) a par la suite été calculé à partir de la formule suivante (Strojnik & Komi, 1998):

$$VAL (\%) = [1 - ((Pds \times (M_{stim} + M_{CMV})) / Pdp)] \times 100$$

Avec M_{stim} correspondant au moment de force juste avant la stimulation électrique et M_{CMV} le moment maximal lors de la CMV. L'activité électromyographique (EMG) des muscles vastus medialis, vastus lateralis et biceps femoris a été quantifiée à l'aide d'une chaîne d'acquisition (Biopac, MP150). Pour calculer le niveau de coactivation, l'activité EMG du biceps femoris lorsqu'il agit comme antagoniste a été normalisée par l'activité EMG de ce muscle lorsqu'il agit en tant qu'agoniste, i.e lors de CMV isométrique en flexion du genou. Des tests t de Student pour échantillons appariés (FE vs FI) ont été réalisés sur le moment maximal volontaire, le niveau d'activation, la coactivation et les activités EMG des extenseurs du genou.

Résultats

Le moment maximal volontaire isométrique est significativement ($P < 0.05$) plus grand en condition de FE par rapport au FI (Figure 1, A). Cette augmentation est associée à une amélioration significative du VAL ($P < 0.05$) (Figure 1, B). En revanche, aucune modification du niveau de coactivation et de l'activité EMG des extenseurs du genou n'a été observée ($P > 0.05$).

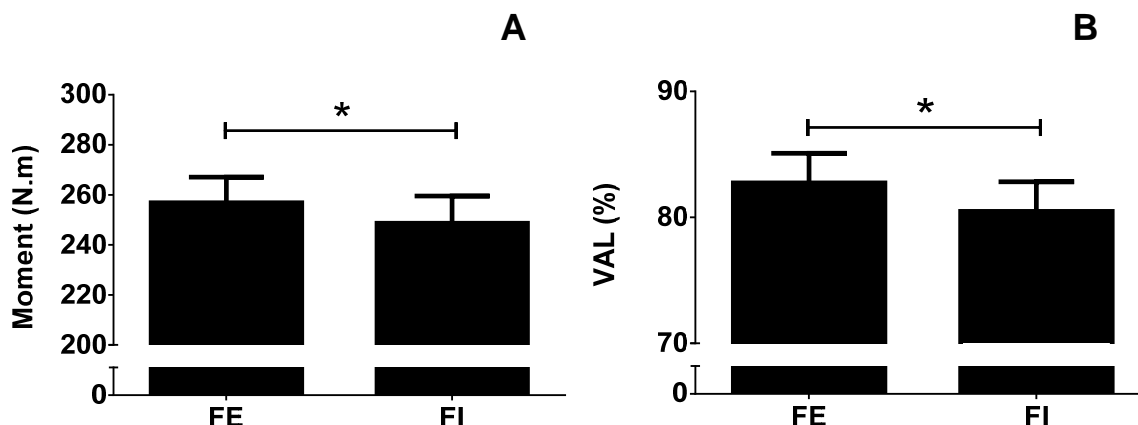


Figure 1. Effet du focus attentionnel sur le moment maximal volontaire (panel A) et le niveau d'activation volontaire (panel B). $n=15$; moyenne \pm erreur standard * $P < 0.05$: FE vs FI

Discussion

Ces résultats sont cohérents avec « l'hypothèse de l'action contrainte » (Wulf, Mc Nevin & Shea, 2001), selon laquelle la focalisation externe de l'attention favorise le contrôle automatique du mouvement guidé par l'effet recherché, tandis que l'orientation de l'attention sur le mouvement lui-même interfère avec ces processus automatiques, dégradant ainsi l'exécution. Lors de cette tâche de CMV, sous l'effet du FE, le recrutement des muscles agonistes a été meilleur qu'en condition de FI, permettant ainsi d'obtenir des moments maximaux significativement plus élevés. En revanche, le focus attentionnel n'a pas eu d'effet significatif sur l'activité EMG des agonistes ni sur la coactivation, contrairement à ce qui a été observé dans d'autres études ayant réalisé des contractions sous maximales (e.g. Greig & Marchant, 2014 ; Lohse & Sherwood, 2012). Selon que la tâche nécessite un contrôle précis de la force exercée (force sous-maximale cible) ou une production maximale de force, la coactivation pourrait être modulée différemment par le focus attentionnel. En conclusion, la focalisation de l'attention sur l'effet recherché (FE) permet de développer un moment maximal volontaire isométrique plus important en améliorant notamment le recrutement des muscles agonistes.

Références

- Lohse, K. R., & Sherwood, D. E. (2012). Thinking about muscles: the neuromuscular effects of attentional focus on accuracy and fatigue. *Acta Psychol (Amst)*, *140*(3), 236-245.
- Strojnik, V., & Komi, P. V. (1998). Neuromuscular fatigue after maximal stretch-shortening cycle exercise. *Journal of applied physiology*, *84*(1), 344-350.
- Lohse, K. R., Sherwood, D. E., & Healy, A. F. (2014). On the advantage of an external focus of attention: A benefit to learning or performance? *Human Movement Science*, *33*, 120-134. doi: 10.1016/j.humov.2013.07.022
- Greig, M., & Marchant, D. (2014). Speed dependant influence of attentional focusing instructions on force production and muscular activity during isokinetic elbow flexions. *Human Movement Science*, *33*, 135-148. doi: 10.1016/j.humov.2013.08.008
- Wulf, G., McNevin, N. H., & Shea, C. H. (2001). The automaticity of complex motor skill learning as a function of attentional focus. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *54A*, 1143-1154. <http://dx.doi.org/10.1080/713756012>.

Étude de l'oxydation des substrats énergétiques lors d'un exercice concentrique et excentrique réalisés à même puissance métabolique

Laurie Isacco¹, Ophélie Ritter^{2,3}, Nicolas Tordi^{2,4}, Davy Laroche⁵, Bruno Degano^{6,7}, Malika Bouhaddi^{6,7} et Laurent Mourot^{1,4}

¹ EA4660, plateforme EPSI, Université de Franche-Comté, France

² EA 4267, plateforme EPSI, Université de Franche-Comté, France

³ Centre de Réadaptation Cardiologique et Pneumologique (CRCP-FC), Franche-Comté, France

⁴ Inserm CIC-CIT 808, CHRU de Besançon, France

⁵ CIC-P Inserm 803, Plateforme d'Investigation Technologique, CHU de Dijon

⁶ EA 3920, UFR SMP, Université de Franche-Comté, France

⁷ Physiologie - Explorations Fonctionnelles, CHRU de Besançon, France

Laurie.isacco@univ-fcomte.fr

Introduction

De par les spécificités physiologiques et biomécaniques de l'exercice excentrique (ECC) (Isner-Horobeti et al. 2013), il existe un intérêt grandissant pour sa prescription dans les programmes de réentraînement à l'effort. En effet, lors d'un exercice ECC, la consommation d'oxygène est moindre, par rapport à un exercice concentrique (CON) de même puissance mécanique, favorisant ainsi une meilleure tolérance pour des personnes présentant des capacités physiques limitées.

Une incapacité chronique à utiliser les lipides se caractérise par un risque de surpoids et de comorbidités associées. Ainsi, dans le domaine de la réhabilitation, les exercices ciblant des intensités faibles à modérées (de 30 à 55%VO_{2max}), favorisant l'oxydation des lipides (Jeukendrup et al. 1998 ; Lazzer et al. 2010), sont donc préconisés. Malgré ces données, une seule étude s'est intéressée à comparer l'oxydation des glucides et des lipides lors de deux exercices de pédalage en CON ou en ECC (Penailillo et al. 2014). Les résultats ont montré une augmentation de l'oxydation des lipides lors de l'exercice ECC par rapport à l'exercice CON pour une même puissance mécanique (Penailillo et al. 2014). L'intensité métabolique de l'exercice (%VO_{2max}) étant un facteur prédominant dans la sélection des substrats énergétiques, l'objectif de cette étude était de comparer l'oxydation des glucides et des lipides, en phase postprandiale, entre un exercice de pédalage en CON et en ECC réalisés à même puissance métabolique. L'hypothèse est que l'utilisation des substrats énergétiques est similaire lors d'un exercice CON et ECC de même puissance métabolique.

Matériel et méthode

Douze hommes (29,2 ± 6,1 ans) modérément actifs ont participé à cette étude. Chaque participant s'est rendu trois fois au laboratoire. Une première visite a permis de déterminer la VO_{2max} de chaque sujet lors d'un test incrémental maximal concentrique sur bicyclette ergométrique. Lors des deux autres visites expérimentales, les participants ont réalisé, 2h après une prise alimentaire standardisée (9,5 à 10 kcal.kg⁻¹ de poids de corps; 55% glucides, 30% lipides et 15% protéines) et de manière randomisée, un exercice de pédalage CON et un exercice de pédalage ECC de 45 minutes. Les exercices ont été réalisés à même puissance métabolique (35%VO_{2max}) à un mois d'intervalle. Le quotient respiratoire (QR : VCO₂/VO₂ ; Vmax Encore 29C technology, SensorMedics, Yorba Linda, CA, USA) et les taux d'oxydation des glucides et des lipides (Peronnet & Massicotte 1991) ont été calculés au repos puis à 15, 30 et 45 minutes d'exercice. La dépense énergétique totale (kcal) de chaque exercice a été calculée selon la formule : VO₂ (L.min⁻¹) × équivalent énergétique d'oxygène × durée (45 min).

Une ANOVA à mesures répétées à un facteur (modalité) a été utilisée ; p<0,05 ayant été retenu comme seuil de signification.

Résultats

La puissance métabolique absolue (ml.min⁻¹) et relative (%VO_{2max}) était similaire entre CON et ECC (1327,4 ± 58,2 vs 1245,7 ± 99,6 ml.min⁻¹; 35,4 ± 1,6 vs 32,7 ± 1,9 %VO_{2max}, respectivement). La puissance mécanique absolue (watts) et relative (%PMA) était significativement inférieure en

CON par rapport à l'ECC ($82,3 \pm 4,6$ vs $210,1 \pm 10,9$ watts; $26,0 \pm 1,1$ vs $66,8 \pm 4,6$ %PMA, respectivement). Aucune différence significative de la dépense énergétique totale n'a été observée entre CON et ECC ($293,4 \pm 12,8$ vs $273,0 \pm 23,2$ kcal, respectivement).

Le QR a diminué avec la durée de l'exercice ($p < 0,05$), mais aucune différence significative n'a été observée entre les deux modalités d'exercice (CON vs ECC). Le taux d'oxydation des glucides a diminué ($p < 0,001$) alors que le taux d'oxydation des lipides a augmenté ($p < 0,001$) avec la durée de l'exercice, sans différence significative de cinétique. Aucun effet modalité (CON vs ECC) n'a été observé concernant l'utilisation des glucides et des lipides.

Discussion

Considérant l'intérêt grandissant de l'exercice ECC pour les patients présentant des capacités physiques limitées (Isner-Horobeti et al. 2013), cette étude est, à notre connaissance, la première à comparer l'oxydation des substrats énergétiques, en phase postprandiale, entre un exercice CON et ECC réalisés à même puissance métabolique. Nos résultats montrent que la dépense énergétique, le QR, les taux d'oxydation des glucides et des lipides ne sont pas significativement différents entre les deux exercices de 45 minutes de même puissance métabolique. Ces résultats sont contradictoires avec ceux de Penailillo et al. (2014) où le taux d'oxydation des lipides était significativement supérieur lors de l'exercice ECC par rapport à l'exercice CON réalisé à même puissance mécanique, mais avec une puissance métabolique nettement supérieure en CON par rapport à l'exercice ECC (77 vs 36% VO_{2max}). La puissance métabolique d'exercice est un facteur déterminant de la sélection des substrats et l'oxydation des glucides augmente avec cette intensité (Jeukendrup et al. 1998 ; Lazzer et al. 2010). Dans notre étude, les deux exercices étaient isoénergétiques et réalisés à même puissance métabolique, ce qui peut donc expliquer les résultats similaires obtenus en termes d'utilisation des substrats énergétiques. L'exercice ECC permettant le développement de puissances mécaniques élevées, un intérêt supplémentaire de cette modalité d'exercice pourrait être de favoriser le développement de la force pour des patients avec une utilisation similaire des substrats énergétiques.

Conclusion

A notre connaissance, cette étude est la première à démontrer des taux d'oxydation des glucides et des lipides similaires entre un exercice CON et ECC de même durée et de même puissance métabolique. Dans un objectif de réentraînement à l'effort par l'exercice ECC dans les programmes de réhabilitation, ces résultats apportent des connaissances préliminaires pour la prescription d'activités physiques adaptées aux besoins des patients. Des études supplémentaires s'intéressant particulièrement aux pathologies métaboliques et cardiorespiratoires sont nécessaires pour confirmer ces résultats.

Références

- Isner-Horobeti, M.E., Dufour, S.P., Vautravers, P., Geny, B., Coudeyre, E. & Richard, R. (2013). Eccentric exercise training: modalities, applications and perspectives. *Sports Medicine*, 43(6), 483-512.
- Jeukendrup, A.E., Saris, W.H. & Wagenmakers, A.J. (1998). Fat metabolism during exercise: a review-part II: regulation of metabolism and the effects of training. *International Journal of Sports Medicine*, 19(5), 293-302.
- Lazzer, S., Lafortuna, C., Busti, C., Galli, R., Tinozzi, T., Agosti, F. & Sartorio, A. (2010). Fat oxidation rate during and after a low- or high- intensity exercise in severely obese Caucasian adolescents. *European Journal of Applied Physiology*, 108(2), 383-391.
- Penailillo, L., Blazeovich, A. & Nosaka, K. (2014). Energy expenditure and substrate oxidation during and after eccentric cycling. *European Journal of Applied Physiology*, 114(4), 805-14.
- Peronnet, F. & Massicotte, D. (1991). Table of nonprotein respiratory quotient: an update. *Canadian Journal of Sport Sciences*, 16, 23-29.

Time-of-day and day of test effects on attention and reaction time of the Tunisian children

Mohamed Jarraya^{1,2} et Sana Jarraya^{1,2}

¹ Research Laboratory "Sports performance optimization" National Center of Medicine and Science in Sports (CNMSS), Tunis, Tunisia.

² Research Unit, High Institute of Sport and Physical Education, Sfax University, Tunisia.

jarrayam@yahoo.fr

Introduction

School rhythm includes periodic endogenous variations of the child (physiological and psychological) in the school situation (Testu, 2008). The environmental rhythms which are managed by adults (Janvier & Testu, 2005) are not often synchronized with the biological rhythm of the child (Montagner, 2009). The daily profile of cognitive performance at school is characterized by low values when entering the classroom, improved until the mid- to late-morning, and then fall after the lunch break (post-prandial dip). In the afternoon, school performance increases again (Délvolvé & Davila, 1999; Testu, 2008). As for the weekly rhythmicity, Monday seems a day of poor performance. In the middle of the week (Tuesday, Wednesday and Thursday), school performance improved. The end of the week (Friday especially in the afternoon and Saturday) is characterized by a decrease on skills and performance (Beau et al., 1999). The aims of the present study were to investigate the effect of time-of-day and week period on the attentional abilities of Tunisian children in terms of reaction time (RT) and sustained attention (SA).

Methods

132 healthy Tunisian children took part voluntarily in the investigation (age: 10 ± 0.7 years, height: 141 ± 6.2 cm, weight: 34.2 ± 6.5 kg). They were selected as "morning type," on the basis of their answers to « Children's Morningness-Eveningness Preferences scales (CMEP) » self-assessment questionnaire. On average (\pm SD), the subjects woke up at $06:00 \pm 00:41$ h and went to bed at $21:00 \pm 00:22$ h. Following an initial familiarization session, four test sessions were performed at 09:00h, 11:00h, 14:00h and 16:00h over six days with a recovery period of at least 24-h in-between.

Results

Reaction time

There was a significant time-of-day ($F=31.64, p<.001$) and week period ($F=43.42, p<.001$) effects. Likewise, a significant time-of-day \times week period interaction ($F=2.96, p<.001$) was observed. The post-hoc test revealed a decrease of the RT from 09:00h to 11:00h followed by an improvement in the afternoon (14:00 h and 16:00 h) ($p<.001$). Likewise, the RT was significantly better in the middle of the week (Tuesday, Wednesday and Thursday) in comparison with the beginning (Monday) and the end of the week (Friday and Saturday) ($p<.001$).

Sustained attention

Results showed a significant time-of-day ($F=79.76, p<.001$) and week period ($F=339.87, p<.001$) effects. Likewise, the time-of-day \times week period interaction ($F=14.17, p<.001$) was significant. The post-hoc test revealed a decrease of SA from 09:00h to 11:00h followed by an improvement in the afternoon (14:00h and 16:00h) ($p<.001$). Likewise, SA was significantly better in the middle of the week (Tuesday, Wednesday and Thursday) in comparison with the beginning (Monday) and the end of the week (Friday and Saturday) ($p<.001$).

Discussion

The main finding of this study was that cognitive performance (i.e. choice RT and SA) of Tunisian

children are time-of-day and day-of-test interaction dependent. Cognitive performance decreased in the morning (from 09:00h to 11:00h) and increased in the afternoon (14:00h and 16:00h) whatever the day of the test. Previous reports have shown significant time-of-day effects on school performance (Goldstein et al., 2007; Schmidt et al., 2007), such as memory, attentional abilities and executive functions. Better scores of RT and SA were observed in the middle (Tuesday, Wednesday and Thursday) of the week and worst scores were registered in the beginning (Monday) and the end of the week (Friday and Saturday). These results could be explained by the accumulation of fatigue throughout the weekend (Délvolvé & Jeunier, 1999). In addition, our results showed significant time-of-day effects for SA with better performance recorded at 09:00h. These findings are in agreement with the results of Jarraya et al. (2012) who showed that cognitive performance in handball goalkeepers were time-of-day dependent with better values observed in the morning. Likewise, Goldstein et al. (2007) showed a significant time-of-day on the mental schools' performance and behavioral problems of adolescents at various time-of-day which vary according to the circadian preferences of the participant.

Conclusion

The practical application of the present findings is that, since cognitive performances were better in the middle of the week, so school activities that involve new learning and require vigilance and better cognitive performance should be scheduled in the middle of the week. However, consolidation tasks should be programmed in the beginning and the end of the week. In addition, tasks which require concentration should be programmed in the morning, while tasks and brief applications which require high RT should be scheduled in the afternoon.

References

- Beau, J., Carlier, M., Duyme, M., Capron, C., Perez-Diaz, F. (1999). Procedure to extract a weekly pattern of performance of human reaction time. *Percept Mot Skills*, 88, 469-483.
- Dévolvé, N., Jeunier, B. (1999). Effets de la durée du week-end sur l'état cognitif de l'élève en classe au cours du lundi. *Revue Française de Pédagogie*, 126 : 111-117
- Goldstein, D., Hahn, C. S., Hasher, L., Wiprzycka, U. J., & Zelazo, P. D. (2007). Time of day, intellectual performance, and behavioral problems in Morning versus Evening type adolescents: Is there a synchrony effect? *Personality and Individual Differences*, 42(3), 431-440.
- Janvier, B., Testu, F. (2005). « Développement des fluctuations journalières de l'attention chez les élèves de 4 à 11 ans ». *Enfance*, 57, 155-170.
- Jarraya, S., Jarraya, M., Chtourou, H., Souissi, N. (2012). Diurnal variations on cognitive performances in handball goalkeepers. *BiolRhythmRes*. In press
- Montagner, H. (2009). Les rythmes majeurs de l'enfant. *Sociales*. 3(153):14-20.
- Schmidt, C., Collette, F., Cajochen, C., & Peigneux, P. (2007). A time to think: circadian rhythms in human cognition. *Cognitive Neuropsychology*, 24(7), 755-789.
- Testu, F., & Bréchon, G. (2008). *Rythmes de vie et rythmes scolaires: aspects chronobiologiques et chronopsychologiques*. (DEPRECIATED).

Impact de la nature de l'expertise sur les processus de reconnaissance de l'intensité de l'effort

Adel Jouini^{1,2,3}, Bessem Mkaouer⁴, Bernard Thon¹, Karim Chamari⁵ et Khaled Fezzani¹

¹ Laboratoire « Laboratoire Adaptation Perceptivo Motrice et Apprentissage » (EA 4561), Université Paul Sabatier Toulouse III
adelj67@gmail.com

Introduction

La perception de l'état émotionnel d'une autre personne nécessite l'activation des mêmes comportements chez l'observateur. Ce phénomène est désigné sous le nom générique de la résonance motrice (Iacoboni, Molnar-Szakacs, Gallese, Buccino, Mazziotta, Rizzolatti, 2005). Dans les situations habituelles, l'individu observé manifeste des contractions musculaires faciales cohérentes avec son état émotionnel. Nous dirons dans ce cas que l'individu manifeste des mimiques congruentes. Néanmoins dans certaines situations, ces contractions peuvent être non cohérentes, comme dans le cas de la dissimulation de l'état émotionnel. Dans les sports duels de type combat, la capacité à déchiffrer les états émotionnels de l'adversaire représente un critère fondamental de la performance. Les études sur le phénomène de la résonance motrice montrent que celle-ci est affectée par l'état interne de l'individu (Righart & Gelder, (2008). Parmi les facteurs modulateurs de l'état interne, nous nous intéresserons particulièrement à l'intensité de l'effort exercé pendant l'observation. Ainsi le but de l'étude est d'évaluer les effets combinés de l'intensité de l'effort et de l'expertise dans les sports duels de type combat sur les capacités de discrimination perceptives des états émotionnels.

Méthode

Participants

Deux groupes de volontaires de sexe masculin ont participé à l'expérience, 19 Taekwondoïstes (TKD : âge 22.15 ± 1.30 années ; poids 70.15 ± 7.50 kg ; taille 1.78 ± 0.07 m), et 17 Footballeurs (FB : âge, 23.24 ± 1.2 ans; poids 72.94 ± 3.76 kg ; taille 1.77 ± 0.03 m).

Tâche et procédure

Pour tous les participants, nous avons effectué en premier la mesure en laboratoire de la consommation maximale d'oxygène (VO_{2max}), de la lactatémie associée à la VO_{2max} ($La-VO_{2max}$), de la fréquence cardiaque maximale (F_{cmax}) et de la vitesse maximale aérobie (VMA), (Chamari et al., 2004). Tous les sujets réalisent par la suite une tâche de temps de réaction de choix qui consiste à indiquer en appuyant le plus vite possible sur l'une de deux touches d'un joystick si l'image du visage projeté sur l'écran correspond à celle d'une personne en état d'effort faible ou intense (voir figure 1). Les images projetées étaient celles de sportifs exerçant à différents pourcentages de leurs VMA (0%, 60%, 80%, 100% et 120%). Pour tous les sujets, cette tâche de reconnaissance a été réalisée soit au repos, soit dans des conditions d'effort qui correspondent à 60%, 80%, 100% et 120% de la VMA du participant pendant 2 min.



Figure 1. l'image de droite illustre le visage d'une personne au repos et celle de gauche celle d'une personne ayant exercé un effort de l'ordre de 120% de la VMA.

Résultats

Les données chronométriques (figure 2) pour les "images d'efforts" les plus contrastés à savoir celle du repos et celle E120% de la VMA sont présentées. Elles ont été analysées à l'aide d'une analyse de variance à 3 dimensions impliquant les facteurs groupe Type d'activité (Taekwondo vs. Football), et les facteurs de type mesures répétées Type d'image (E0% vs. E0120%) et le Plateau d'effort (repos, E60%, E80% et 120%).

Les résultats de l'analyse ont révélé un effet significatif du facteur Type d'activité (1; 34) = 19.4, $p < 0.001$. Globalement, les TKD ont des TR plus courts que les FB. L'analyse n'a pas révélé d'effet significatif du facteur type d'image $F(1, 34) = 1.6$, $p > 0.1$. Par contre les TR de réaction ont varié significativement en fonction du plateau d'effort (3;102)= 7.9, $p < 0.0001$. Pour tous les sujets, l'augmentation de l'intensité de l'effort a été associée à une réduction de la performance des temps de réaction. Le facteur Type d'activité et Plateau d'effort ont eu également un effet interactif significatif sur les temps de réaction, (3 ; 102)= 3.1, $p < 0.05$. La réduction des temps de réaction en fonction de l'augmentation de l'effort a été plus importante chez les TKD que chez les FB. Enfin l'analyse n'a pas révélé un triple effet interactif significatif (3 ; 102)= 2.1, $p > 0.1$.

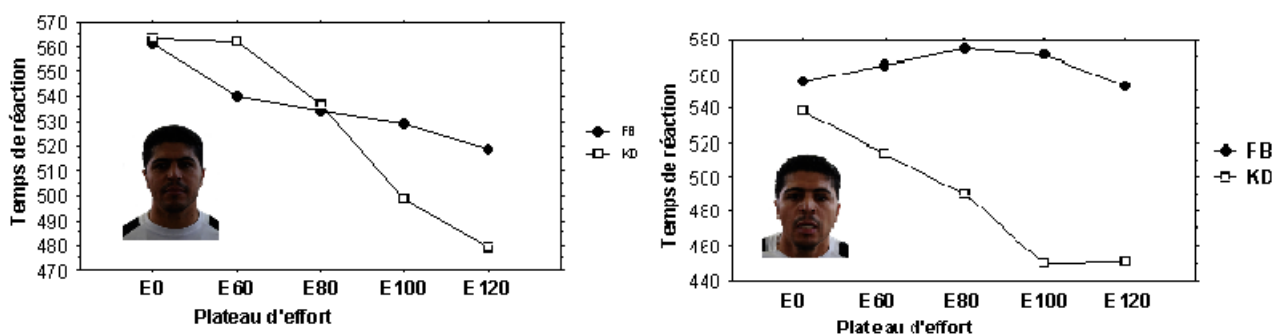


Figure 2. variation des temps de réaction pour les essais corrects pour les images de personnes au repos (partie de gauche) et celle d'effort intense (partie de droite). Les plateaux d'effort (E) correspondent à la proportion en pourcentage (E0% à E120%) de la VMA.

Conclusion :

L'objectif de l'étude était de vérifier si l'expertise dans une activité sollicitant les capacités de reconnaissance des états émotionnels tels que les sports de combats se traduirait par une plus grande efficacité de traitement de ce type d'information. Les résultats de l'étude montrent clairement que les capacités des reconnaissances des états de fatigue chez autrui est meilleure chez les TKD par rapport aux FB (Pesce et al., 2007; Perez, et al., 2013) La différence entre les deux groupes devient de plus en plus importante avec l'intensification de l'effort. Ces résultats confirment l'idée que le phénomène couplage perception-action impliqué dans le processus d'empathie est sensible à l'effet modulateur de l'expertise.

Références

- Chamari, K., Hachana, Y., Ahmed, Y.B., Galy, O., Sghaier, F., Chatard, J.C., Hue, O., Wisloff, U. (2004). Field and laboratory testing in young elite soccer players. *Br J Sports Med.* 38:191–196.
- Iacoboni, M., Molnar-Szakacs, I., Gallese, V., Buccino, G., Mazziotta, J.C., Rizzolatti, G. (2005). Grasping the intentions of others with one's own mirror system. *PLoS Biology*, 3 (3).
- Pesce, C., Tessitore, A., Casella, R., Pirritano, M., Capranica, L. (2007). Focusing of visual attention at rest and during physical exercise in soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 25:11, 1259-1270.
- Righart, R., Gelder, B. (2008). Rapid Influence of emotional scenes on encoding of facial expressions: an ERP study. *SCAN* 3,270-278.
- Perez, L. M. R., Mendez, R. P., Manzano, J. A. N., & Collado, N. R. (2013). Analysis of the visual behavior of taekwondists of different skills level. *Revista Mexicana De Psicologia*, 30(1), 32-40.

Effet d'un entraînement en sprints sur la composition corporelle et les risques cardiométaboliques chez des patients obèses

Wiem Kebsi^{1,3}, Sophie Lemoine-Morel¹, Laëtitia Raut Le Gallic¹, Hela Adela², Mourad Hambli², Mohamed Amri³, Abderraouf Ben Abderrahman⁴, Ahmed Berriri⁵ et Hassane Zouhal¹

¹ Laboratoire Mouvement Sport Santé (M2S), Université de Rennes 2-ENS Rennes, Av. Robert Schuman, 35170 Bruz, France

² Centre National de Médecine et des Sciences du Sport. Av. Mohamed Ali Akid, El Menzah, 1003, Ariana, Tunisie

³ Laboratoire de neurophysiologie fonctionnelle et pathologie, Faculté des Sciences de Tunis (FST)- Université de Tunis El Manar, 2092 Manar II- Tunis, Tunisie

⁴ Institut supérieur du sport et de l'éducation physique de Tunis, Ksar Saïd, 2010, Manouba, Tunisie

⁵ Laboratoire d'adaptation physiologiques à l'exercice et réadaptation à l'effort, Faculté des Sciences du Sport, Université de Picardie Jules Verne, Chemin du Thil, 80000 Amiens, France.

wiem.kebsi@univ-rennes2.fr

Introduction

Un faible niveau d'activité physique (AP) est considéré comme un élément majeur dans le développement de l'obésité et des principales comorbidités associées (maladies cardiovasculaires, troubles métaboliques...). Le manque de temps et de motivation sont souvent un obstacle à la pratique régulière d'AP. C'est pourquoi, les programmes d'entraînement de très haute intensité, et notamment l'entraînement en sprints, constitué de séances plus courtes, pourraient être une stratégie car moins fastidieuse (Whyte et coll. 2010). Il aurait, par ailleurs, des effets semblables voire meilleurs qu'un entraînement en endurance à haut volume sur la santé cardiorespiratoire et métabolique (Whyte et coll. 2010, Gillen et Gibala, 2014). Néanmoins, les études travaillant sur ce sujet sont rares et ne proposent que des périodes d'entraînement trop courtes (2 semaines) (Whyte et coll. 2010, Skleryk et coll. 2014) et ne concernent qu'un nombre restreint de sujets.

L'objectif de ce travail est donc de vérifier l'impact de 10 semaines d'entraînement en sprints sur les paramètres anthropométriques, les risques cardiométaboliques et la condition physique de jeunes patients obèses sédentaires. Nous supposons qu'un entraînement en sprints induirait des bénéfices anthropométriques, métaboliques et cardiorespiratoires, au repos et en réponse à l'exercice.

Méthodologie

Treize hommes sédentaires (âge = $24,0 \pm 3,7$ ans; Indice de masse corporelle (IMC) = $33,4 \pm 4,3$ kg.m⁻²) ont participé à 10 semaines d'entraînement en sprints (SIT) [3-4 séances/semaine ; 3 x (3-4 x 8sec à partir de 75% de la puissance pic (Ppic)]. Les mesures anthropométriques [masse corporelle (MC), tour de taille (TT), tour de hanche (TH), % de masse grasse (%MG), % de masse maigre (MM), % de masse grasse androïde (MGA), % de masse grasse gynoïde (MGG), estimés par DEXA], le profil métabolique (cholestérolémie, triglycéridémie, glycémie et insulïnémie à jeun), les paramètres cardiorespiratoires de repos et d'exercice maximal (pression sanguine artérielle, fréquence cardiaque) des sujets ont été mesurés en début et en fin d'entraînement. Les indices de résistance (HOMeostasis Model Assessment, HOMA) et de sensibilité (QUantitative Insulin sensitivity Check Index, QUICKI) à l'insuline ont également été calculés en périodes pré- et post-entraînement. La performance physique de chacun des sujets a été évaluée par la mesure des puissances absolues et relatives obtenues lors d'un exercice de charge-vitesse (CV) et d'un exercice de sprints répétés (CST) (7 x 6s de sprints maximaux réalisés contre une charge maximale déterminée lors du CV, entrecoupés de 90s de récupération).

Résultats

Nos résultats montrent que la MC tend à diminuer (-5,5%) et indiquent une diminution de TT (109,7±10,5 vs. 101,5±8,1cm, p<0,05) et de TH (116,6±7,5 vs. 107,3±7,2 cm, p<0,05). La diminution du % MG (-1,92%) (p<0,05) est attribuable à la diminution de la MGG (-8,2±7,5) (p<0,05). Les valeurs de cholestérolémie, triglycéridémie, glycémie et insulïnémie à jeun ainsi que celles de PSA et FC ne sont pas modifiées avec l'entraînement. Les puissances maximales et moyennes, absolues et relatives, développées lors du CV et du CST augmentent en réponse aux 10 semaines d'entraînement (tableau 1). De plus, des corrélations significatives ont été observées après SIT: une corrélation négative entre le HDL-cholestérol et l'indice de masse corporelle (r=-0,585, p<0,05) et entre MGA et l'indice de Quicki (r=-0,792, p<0,05) et une corrélation positive entre la puissance maximale rapportée à la MC développée lors du CV et %MG (r=0,652, p<0,05).

Tableau 1: Les puissances développées lors du CV et CST

	Pré-entraînement	Post-entraînement
CV	Ppic (w)	749,4±148,6
	Ppic/MC (w/kg)	6,6±1,1
	Ppic/MM (w/kg)	12,6±1,9
CST	Pmoy (w)	746,1±188,5
	Pmoy/MC (w/kg)	7,3±1,3

CV: Charge-vitesse; CST: sprint répétés sur ergocycle; Ppic: puissance maximale; Pmoy: puissance moyenne; MC: masse corporelle; MM: masse maigre; *:p<0.05

Discussion

Cette étude montre pour la première fois qu'un entraînement en sprints de 10 semaines a des effets bénéfiques sur la santé de jeunes adultes obèses sédentaires. Bien que les paramètres cardiométaboliques de repos ne soient pas modifiés, probablement à cause, soit du nombre réduit de sujets participants à l'expérimentation ou de la période d'intervention ou encore des facteurs d'entraînement en sprint (durée du sprint, nombre de répétitions...), la condition physique de ces sujets s'améliore tandis que leurs paramètres anthropométriques liés à leur obésité diminuent.

Références

- Gillen, JB. & Gibala, MJ. (2014). Is high-intensity interval training a time-efficient exercise strategy to improve health and fitness? *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*, 39: 409–412.
- Sklerky, JR., Karagounis, LG., Hawley, JA., Sharman, MJ., Laursen, PB., & Watson G. (2013). Two weeks of reduced-volume sprint interval or traditional exercise training does not improve metabolic functioning in sedentary obese man. *Diabetes, Obesity and Metabolism*, 15(12): 1146-53.
- Whyte, LJ., Gill, JMR. & Cathcart A.J. (2010). Effect of 2 weeks of sprint interval training on health-related outcomes in sedentary overweight/obese men. *Metabolism Clinical and experimental*, 59 : 1421-1428.

Perceived Importance of Professional Competencies at the Entrance of the College of Kinesiologists of Ontario

Georges Kpazai¹ et Chad Prévost¹

¹ School of Human Kinetics, Laurentian University, Sudbury (ON), Canada
gkpazai@laurentian.ca

Introduction

For more than a decade, the development of professional competencies has been at the heart of curriculum reforms in education and health care training worldwide. Reference documents of competencies have been developed in Australia (Brownie, Thomas, McAllister, & Groves, 2014), Canada (Boucher & Ste-Marie, 2013), the United States (Hurd & Buschbom, 2010), and in Europe (Battel-Kirk, Van der Zanden & al., 2012). In most of these reference documents, the number of competencies that a professional must acquire does not exceed 20. However, in the field of kinesiology, the College of Kinesiologists of Ontario (CKO, 2013) has defined 54 professional competencies required at the entrance to the College. The purpose of this research project aims to identify, from the university instructors who teach in a kinesiology program, the professional competencies that are considered the most relevant from those suggested by CKO.

Method

Data was collected with an online survey using the domain www.surveymonkey.com. The survey itself was made up of 17 pages each containing different questions and information. After completing their consent form and participation identification sheet, participants were e-mailed the website address and a private login number. On the first 3 pages, participants had to login with their participant identification number, read the thesis abstract, and state whether they had read the consent form or not. On the following 6 pages, participants had to choose their area of intervention and complete any other questions pertinent to their first selection, such as the participants' spheres of scholarly study which best represented them from one of the following three spheres: biophysical sphere, sociocultural sphere or the behavioural sphere (Hoffman & Harris, 2000). The eleventh page collected results based on the participants' amount of years of work experience. From p. 12 to p. 16, participants were asked to class the competencies in order of importance on a scale respective for each domain. In total, CKO has listed 54 competencies divided into five domains: 1) knowledge, 2) kinesiology practical experience, 3) professionalism/professional practice, 4) communication and collaboration, and 5) professional development. Participants were asked to class each competency in order of importance in its respective domain and explain their top choices for each domain.

Results

The quantitative data obtained from the study was representative of the reasoning behind the participants' selections and supported the quantitative data obtained from the individual competency rankings. A brief overview of all the competencies retained in the first domain show that a common application of knowledge is the essential stage of becoming a competent kinesiologist and the qualitative feedback provided by the participants' further support this. Just like the first domain, an examination of the competencies retained for the second domain correspond accurately with the important themes issued by the participants, indicating that the main practical task of a kinesiologist would be to: assess a client, design an intervention program, and evaluate progress. Also, the competencies retained from the domain 3 can precisely be related to the answers provided by the participants in that a kinesiologist must demonstrate professionalism by adhering to ethical standards and acting in the best interest of the patient. As for domain 4, the competencies retained in regards to communication and collaboration and the results indicate that the participants placed a large emphasis on interprofessional collaboration and patient centered communication, with the latter being a key component in regards to helping the client live a healthier life. Finally, the key themes retained for the fifth domain match with the competencies retained for that domain, indicating that one of the most important competencies for a kinesiologist is to remain up to date to ensure that its practice is safe and current.

Conclusion

As stated in a study by Desbiens, Alem & Oddson (2014), it is unknown how to directly measure competencies and how to produce a reliable frame of reference. Even though multiple reference documents have been developed in countries across the world, the amount of competencies varies within each document and the majority have not gone passed 20. The purpose of this study was to retain a list of 17 essential competencies deemed the most important according to the perception of the university faculty that participated in the study. To respect the five domains established by the College of Kinesiologists of Ontario, competencies from each domain were retained. Four competencies were preserved from the 'Knowledge', 'Kinesiology Practical Experience', and the 'Professionalism/Professional Practice' domains. Three competencies were kept from the 'Communication and Collaboration' domain while two competencies were retained from the 'Professional Development' domain.

In conclusion, the competencies retained in this study represent undoubtedly the views of all the participants in regards to the essential competencies that a kinesiologist should be able to demonstrate at the entrance to the College of Kinesiologists of Ontario. This present research, however, did present some limitations. For example, the small amount of participants (23 out of the 443 educators contacted) could have affected the end results of the study. If the study would have had a greater number of participants, results could have possibly been different and more accurate. Also, the fact that the *Kinesiologists Core Competency Profile* was only available in English and not translated in French, the second official language of Canada, could have restricted the participation of the francophone educators.

The findings of this study will allow for an integration of the 17 most important competencies within the bachelors of science in kinesiology program offered at Laurentian University in Sudbury, Ontario in order to better prepare the students for the entrance examination. After this future second task has been achieved, further research would then be needed to observe the effectiveness of their integration into the postgraduate curriculum. A third and final task would be to determine whether or not graduating students from the kinesiology program achieve a higher success rate on the entry-level examination to the College of Kinesiologists of Ontario.

References

- Battel-Kirk, B., Van, D. Z., Schipperen, M., Contu, P., Gallardo, C., Martinez, A, Garcia de Sola, S., Sotgiu, A., Zaagsma, M., and Barry, M. M. (2012). Developing a competency-based pan-european accreditation framework for health promotion. *Health Educ & Behav*, 39, 672-680.
- Boucher, A. & Ste-Marie, L.G. (2013). *Pour un cursus d'études Médicales axé sur les compétences : cadre de formation*. Montréal : Les Presses du CPASS, Université de Montréal.
- Brownie, S., Thomas, J., McAllister, L., & Groves, M. (2014). Australian health reforms: Enhancing interprofessional practice and competency with the Health Workforce. *Journal of Interprofessional Care*, 28(3), 252-253.
- College of Kinesiologists of Ontario (2013). *Kinesiologist Core Competency Profile*. Retrieved on September 3, 2014 from http://www.coko.ca/files/2813/8072/8550/Kin_Comp_Profile.pdf
- Desbiens, J.-F., Alem, J. & Oddson, B. (2014). Quel regard le référentiel de compétences en enseignement du Québec permet-il de porter sur la compétence en enseignement des stagiaires finissants?, In M. Tardif et J.-F. Desbiens (Eds.), *la vogue des compétences dans la formation des enseignants: Bilan critique et perspectives d'avenir* (p. 207-231). Québec : Les Presses de l'Université Laval.
- Hoffman, J. & Harris, J. (2000). *Introduction to kinesiology: studying physical activity*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Hurd, A. R., & Buschbom, T. (2010). Competency development for chief executive officers in YMCAs. *Managing Leisure*, 15(1), 96-110.

Développement et validation du Questionnaire d'Implication dans les Buts d'Accomplissement dans le domaine des Activités Physiques et Sportives – modèle 6 buts (QIBAAPS-6)

Hervé Le Bars¹, Anne Teboul² et Christophe Gernigon²

¹ Centre de recherche et d'études « Activité Physique, Corps, Sport et Santé », IFEPSA, Université Catholique de l'Ouest, Angers

² Laboratoire « Epsilon » (EA 4556), UFR STAPS, Université de Montpellier.

hlebars@uco.fr

Introduction

Les dernières évolutions du modèle des buts d'accomplissement d'Elliot et collaborateurs ont abouti à un modèle en six buts (Elliot, Murayama, & Pekrun, 2011) obtenus en croisant la définition de la compétence (Tâche/ Soi / Autrui) et la valence de la compétence (positive/ négative), à savoir les buts de *tâche-approche* (chercher à maîtriser une tâche ; e.g., « Je cherche à réaliser le mieux possible ce que je dois faire »), *soi-approche* (chercher à s'améliorer ; e.g., « Je cherche à faire mieux que d'habitude »), *autrui-approche* (chercher à faire mieux qu'autrui ; e.g., « Je cherche à faire mieux que les autres »), *tâche-évitement* (chercher à ne pas faire d'erreur ; e.g., « Je cherche à ne pas faire les choses à moitié »), *soi-évitement* (chercher à ne pas régresser ; e.g., « Je cherche à ne pas faire moins bien que mon niveau habituel ») et *autrui-évitement* (chercher à ne pas faire moins bien qu'autrui ; e.g., « Je cherche à éviter d'être en dessous des autres »). Une version française d'un questionnaire mesurant les *orientations* (i.e., tendances générales) motivationnelles à l'égard de ces six buts dans le domaine sportif a récemment été développée par Mascret, Elliot et Cury (2014). Toutefois, cet outil ne permet pas d'appréhender les *états* motivationnels relatifs à une situation donnée (ici et maintenant). Ces états – d'implication dans les buts – constituant les déterminants les plus proximaux des patrons motivationnels (Gernigon, d'Arripe-Longueville, Delignières, & Ninot, 2004), l'objet du présent travail était de développer et de valider en français le QIBAAPS-6, un Questionnaire d'Implication dans les Buts d'Accomplissement dans les Activités Physiques et Sportives basé sur le modèle en six buts d'Elliot et al. (2011).

Méthode

Une version préliminaire de 40 items a été créée à partir de précédents questionnaires de buts d'accomplissement (Elliot & Murayama, 2008 ; Elliot et al., 2011 ; Riou et al., 2012), les items issus de questionnaires en anglais ayant fait l'objet de rétro-traductions. Le questionnaire est précédé de l'intitulé suivant « Lors de cette tâche,... » et les réponses sont apportées sur des échelles Likert en 7 points.

Ensuite, les réponses de 442 élèves de lycée (212 garçons ; 230 filles : $M_{\text{âge}} = 15.6 \pm 1.18$) à cette version préliminaire ont été soumises à plusieurs Analyses Factorielles Confirmatoires (AFC) destinées à tester et améliorer la structure factorielle du QIBAAPS-6.

Enfin, afin de tester la validité congruente de l'outil, la structure retenue a été soumise à 317 autres élèves (149 garçons ; 168 filles : $M_{\text{âge}} = 14.8 \pm 1.02$) confrontés à une tâche à réaliser en EPS, visant à l'acquisition d'une habileté sportive, ainsi qu'une batterie de questionnaires mesurant des construits réputés être théoriquement liés aux différents buts d'accomplissement (cf. Elliot et al., 2011 ; Riou et al., 2012) : compétence perçue à l'égard de la tâche, conceptions malléables et fixes de la compétence, absorption dans la tâche, motivation intrinsèque, anxiété.

Résultats

Les AFC ont permis de retenir 18 items – 3 pour chacun des six buts du modèle d'Elliot et al. (2011) – et ont révélé une structure factorielle satisfaisante ($\chi^2 = 294.3$; $p < .001$; $ddl = 120$; $\chi^2/ddl = 2.45$; CFI = .95 ; NFI = .92 ; RMSEA = .057). Les coefficients alpha de Cronbach des

sous-échelles étaient compris entre .66 et .86, ce qui est satisfaisant pour des échelles à trois items. Comme le montre le tableau 1, les analyses de régression multiple ont montré un rôle prédicteur i) de la compétence perçue sur des buts, ii) de la conception fixe de la compétence sur les buts autrui-approche et évitement, iii) de la conception malléable de la compétence sur les buts de tâche-approche et évitement et les buts de soi-approche et évitement, ainsi que le rôle prédicteur i) des buts d'approche (tâche et soi) sur l'absorption dans la tâche et sur la motivation intrinsèque, ii) des buts tâche-approche et ceux d'autrui-approche sur la motivation intrinsèque et enfin iii) des buts autrui-évitements sur l'anxiété.

Tableau 1. Coefficients de régression (β) significatifs entre les buts et les variables prédictrices ou à prédire

	Antécédents des buts (variables prédictrices)			Conséquences des buts (variables prédites)		
	Compétence perçue	Conception fixe de la compétence	Conception malléable de la compétence	Absorption dans la tâche	Motivation intrinsèque	Anxiété
Tâche-approche	.15**	-.011	.27***	.28***	.21*	.072
Soi-approche	.12*	.001	.15*	.17*	.17*	.085
Autrui-approche	.16**	.17**	-.011	-.020	.16*	-.015
Tâche-évitements	.12*	.060	.26***	.115	.14*	.067
Soi-évitements	.054	.048	.13*	-.036	-.012	.039
Autrui-évitements	.090	.23***	.010	-.085	.044	.24***

Note. * = $p < .05$; ** = $p < .01$; *** = $p < .001$.

Conclusion

La structure en six dimensions du QIBAAS-6 est valide et correspond bien aux six buts du modèle d'Elliot et al. (2011). Ces six buts, tels que mesurés par le QIBAAPS-6, présentent des patrons de relations avec d'autres construits théoriques conformes à la littérature (Elliot et al., 2011 ; Riou et al., 2012). Ainsi, les buts d'approche sont prédits positivement par et prédisent positivement des construits adaptatifs à l'égard des situations d'accomplissement. Les buts autrui-évitements apparaissent clairement les moins adaptatifs puisqu'ils sont prédits positivement par la conception fixe de la compétence et qu'ils prédisent positivement l'anxiété. Il est à noter qu'en prédisant positivement la motivation intrinsèque, les buts tâche-évitements ne présentent pas de caractère maladaptatif. Quant aux buts de soi-évitements, aucune relation significative adaptative ou maladaptative n'a été observée.

Références

- Elliot, A. J., & Murayama, K. (2008). On the measurement of achievement goals: Critique, illustration, and application. *Journal of Educational Psychology, 100*, 613-628.
- Elliot, A. J., Murayama, K., & Pekrun, R. (2011). A 3 × 2 achievement goal model. *Journal of Educational Psychology, 103*, 632-648.
- Gernigon, C., d'Arripe-Longueville, F., Delignières, D., & Ninot, G. (2004). A dynamical systems perspective on goal involvement states in sport. *Journal of Sport & Exercise Psychology, 26*, 572-596.
- Gernigon, C., Pereira Dias, C., Riou, F., Briki, W., & Ninot, G. (in press). Reference system of competence and engagement in adapted physical activities of people with recent spinal cord injury. *Disability and Rehabilitation*.
- Masclet, N., Elliot, A. J., & Cury, F. (2015). Extending the 3 × 2 achievement goal model to the sport domain: The 3 × 2 Achievement Goal Questionnaire for Sport. *Psychology of Sport and Exercise, 17*, 7-14.
- Riou, F., Boiché, J., Doron, J., Romain, A.-J., Corrion, K., Ninot, G., d'Arripe-Longueville, F., & Gernigon, C. (2012). Development and validation of the French Achievement Goal Questionnaire for Sport and Exercise (FAGQSE). *European Journal of Psychological Assessment, 28*, 313-320.

Hamstrings display different individual behaviors among 3 situations of passive stretching

Guillaume Le Sant^{1,2}, Filiz Ates¹, Jean-Louis Brasseur³ et Antoine Nordez¹

¹ Laboratoire « Motricité, Interactions, Performance » (EA 4334), Université de Nantes

² Institut Régional de Formation aux Métiers de la Rééducation et de la Réadaptation (IFM3R St-Sébastien/Loire)

³ Service de radiologie polyvalente, AP-HP Hôpital Pitié-Salpêtrière, Paris
guillaume.le-sant@univ-nantes.fr

Introduction

The conventional method used to analyze the flexibility of a joint consists in measuring passive torque-angle curves using an isokinetic dynamometer (e.g., Magnusson, 1998). However this technique characterizes the properties of the whole musculo-articular complex, including several structures (joint capsule, muscles, tendons...). Recently a promising elastography technique, *Supersonic Shear Imaging* (SSI, Bercoff, Tanter, & Fink, 2004), has been proposed to estimate the localized shear modulus of tissues. This shear modulus has been shown strongly related to passive muscle tension during stretching (Eby et al., 2013, Maïsetti et al., 2012). However most of the studies performed using this technique were performed on biceps brachii or gastrocnemius muscles. While hamstrings are frequently injured in sport injuries, this muscle group focused much less attention in elastography investigation. Therefore, the purposes of this study were i) to assess to the localized passive behavior of each hamstring muscle locally, and ii) to estimate changes in shear modulus displayed by muscles in different stretching positions using SSI.

Methods

18 healthy volunteers (23.8 ± 2.6 years) were recruited in this study. The muscle shear modulus of each hamstring was measured during a slow passive knee extension (PKE, $1^\circ/\text{sec}$) set at 80% the maximal range of motion (ROM) corresponding to the maximal tolerated stretching perception. We first assessed the intra-session reliability of the measurements ($n=13$), expressed as the coefficient of variation of measurement in 3 knee angles (CV, in %). Then, we scanned each reliable muscle during the same procedure (PKE, $1^\circ/\text{sec}$, $n=17$), in 3 supine stretching positions differing by the hip flexion angle: 70° , 90° and 110° (HF-70, HF-90 and HF-110, respectively).

Results

Intra-session reliability was good ($CV < 15\%$) for *semitendinosus* (ST, CV: 8.9%-13.4%), *semimembranosus* (SM, CV: 10.3%-11.2%) and *biceps femoris long-head* (BF-lh, CV: 8.6%-13.3%), but not for *biceps femoris short-head* (BF-sh, CV: 20.3%-44.9%). The statistical analysis (3x3 repeated measures analysis of variance, ANOVA) showed as expected, the averaged shear modulus values increased during the PKE ($p < 0.001$). Interestingly, at the end of the stretch ROM, for an angle corresponding to the same perception of tension in each stretching position, the highest values of shear modulus were always displayed at HF-110 for each muscle ($p < 0.001$, Figure 1). Moreover, shear modulus values were different between each muscle ($p < 0.05$) and significantly higher respectively for BF-lh (32.6 ± 21.6 kPa) compared to SM (27.8 ± 17.2 kPa) and ST (22.9 ± 15.6 kPa) (Figure 2). The inter-subject variability (standard deviation/mean, in %, measured at the maximal common knee angle, at HF-110) was 35.3% for ST, 27.4% for SM and 30.2% for BF-lh.

Discussion

Our results show that the shear modulus locally reached was different at the end of the PKE for the 3 investigated positions of stretching (Fig.2, $p < 0.001$). Thus, for the same pain perception, the peak lengthening of the hamstrings differed between those situations and was the highest at HF-110. These results revealed a lower ability to tolerate stress in the low-flexed hip PKE (HF-70 and HF-

90) due to other tissues (fascias, nerves) compared to HF-110. In addition, the shear modulus was different between hamstring muscles, and corroborate with epidemiology on strain injuries, showing *BF* as the most frequently injured muscle. Moreover, a high inter-individual variability was reported between participants probably resulting from architectural and/or composition differences classically found for these muscles.

The present study highlights different behaviors within the hamstrings during the passive knee extension, and amount of passive tension displayed by muscles, in 3 different positions of hamstring stretching. It also reveals that passive shear modulus differs between subjects and future studies will allow to better understand their physiological functions. Considering the prevalence and lack of efficiency to solve hamstrings strain injuries, further elastography studies are required, for instance to determine if the shear modulus would be a useful tool in injury prediction.

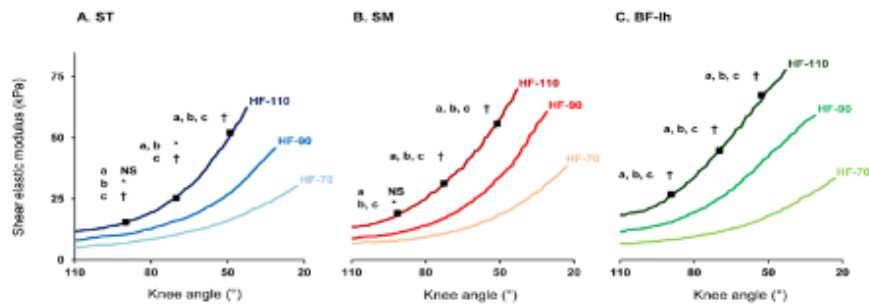


Figure 1. Length-modulus relationships in the 3 positions of stretching, reported by muscle. Data are shown for (A) semitendinosus (ST), (B) semimembranosus (SM), (C) biceps-femoris long head (BF-lh), with interactions for the 3 same knee angles: a: between 70° and 90° of hip flexion; b: between 90° and 110° of hip flexion; c: between 70° and 110° of hip flexion.

Levels of significance: * $p < 0.05$; † $p < 0.001$; NS: no significant at $p < 0.05$

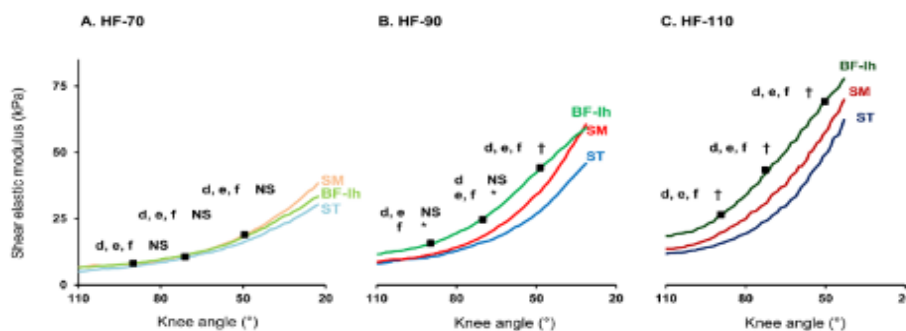


Figure 2. Length-modulus relationships in the 3 positions of stretching. Data are shown for (A) 70° of hip flexion, (B) 90° of hip flexion (C) 110° of hip flexion, with interactions for the 3 same knee angles: d: between ST and SM; e: between SM and BF-lh; f: between ST and BF-lh.

Levels of significance: * $p < 0.05$; † $p < 0.001$; NS: no significant at $p < 0.05$

References

- Bercoff, J., Tanter, M., & Fink, M. (2004). Supersonic shear imaging: a new technique for soft tissue elasticity mapping. *IEEE Trans Ultrason Ferroelectr Freq Control*, 51(4), 396-409.
- Eby, S. F., Song, P., Chen, S., Chen, Q., Greenleaf, J. F., & An, K. N. (2013). Validation of shear wave elastography in skeletal muscle. *J Biomech*, 46(14), 2381-2387.
- Magnusson, S. P. (1998). Passive properties of human skeletal muscle during stretch maneuvers. A review. *Scand J Med Sci Sports*, 8(2), 65-77.
- Maïsetti, O., Hug, F., Bouillard, K., Nordez, A. (2012). Characterization of passive elastic properties of the human medial gastrocnemius muscle belly using supersonic shear imaging. *J Biomech*, 46(6), 978-84.

La forêt, un stade comme un autre ?

Appropriations des forêts de la Métropole Rouen Normandie par les coureurs

Romain Lepillé^{1 et 2}, Barbara Evrard¹, Damien Féménias¹ et Michel Bussi²

¹ Laboratoire CETAPS (EA 3832), ² UMR IDEES (6266), Normandie Université
romain.lepille1@univ-rouen.fr

Introduction

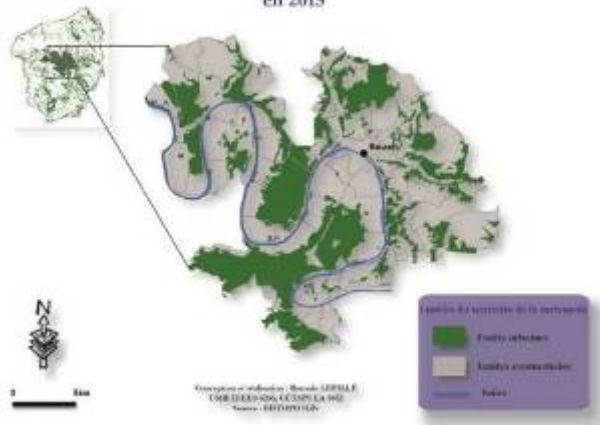
Cette contribution traite des mutations qui redéfinissent le sens et la place des forêts et réaffirme ainsi une nouvelle façon d'être urbain et dès lors de vivre la ville à travers ces usages récréatifs de la « nature ». Il s'agit ici d'interroger les médiations territoriales (Di Méo, 2001) originales que produisent ces forêts. Comment ces pratiques redéfinissent-elles les territoires ? Comment ces territoires favorisent-ils l'émergence de nouvelles pratiques de loisir ?

Pour désigner ces activités physiques, récréatives, librement choisies et non motorisées, en milieu « naturel », nous choisirons le terme de « sports de nature » entendu au sens d'*outdoor recreation*.

Si de nombreuses études traitent des sports *outdoor* (skate, roller, etc.) (Lebreton, 2009) ou *aroundoor* (Mao, Corneloup, & Bourdeau, 2013), les travaux s'intéressant à la forêt comme terrain de jeux sont peu nombreux et portent notamment sur le massif forestier de Fontainebleau. Citons Bernard Kalaora, *le musée vert* (1993) et Jean Corneloup, *Escalades et société* (1993).

Ainsi, afin d'interroger en quoi les usages récréatifs des urbains redéfinissent ces forêts, nous utiliserons un triptyque entre : ville, forêt et sports de nature.

La répartition des forêts urbaines de la Métropole Rouen Normandie en 2015



Carte 1. Les forêts urbaines de la Métropole Rouen Normandie en 2015

Un regard croisé sur le terrain

La Métropole Rouen Normandie, est constituée d'un tiers de forêts à 70 % publiques et majoritairement situées à l'intérieur de la métropole (CF Carte 1). Nous avons choisi de centrer cette communication sur une population d'hyper-pratiquants de trail et de raid aventure multisport. En effet, ce sont des poly-pratiquants (Course à pied, VTT, etc.) qui pratiquent à une fréquence et une intensité élevées en forêt dont ils ont une connaissance approfondie en tant que terrain d'entraînement. Ils ne sont pas représentatifs de tous les coureurs, mais d'une forme particulièrement engagée de pratique. Pour rendre compte des médiations territoriales (Di Méo, 2001) à l'œuvre, il s'agit de multiplier les prises sur l'objet en diversifiant le corpus mobilisé. Tout d'abord, par l'observation *in situ* et participantes qui permet d'évaluer les pratiques, la fréquentation et les usages que les individus font dans ces forêts. Si l'activité majoritaire est la promenade, on observe des individus qui à travers leurs pratiques (VTT, trail, etc.) ont des usages différents de la forêt que nous souhaitons interroger. Dans un deuxième temps nous avons réalisé deux types d'enquêtes (entretiens semi-directifs et enquête par questionnaire) lors de compétition pour faciliter le recueil. Tout d'abord nous avons mené une approche exploratoire ouverte pour chercher les

variantes d'un même phénomène au travers d'entretiens semi-directifs (n=19) lors de l'hivernale du Raid Normand¹⁵. Puis nous avons voulu mesurer la distribution de cette population à travers un questionnaire (n=103) lors du raid normand estival¹⁶.

Résultats et discussion

Dans un premier temps, nous verrons pourquoi ces hyper-pratiquants sont de bons indicateurs des rapports homme-milieu. Par leur pratique intensive, ils ont une connaissance approfondie de la forêt et une connaissance fine de leur activité.

Dans un deuxième temps, nous verrons que ces hyper-pratiquants sont des hommes, urbains, âgés d'environ 40 ans (médiane : 41), et issus des PCS « cadres et professions intellectuelles supérieures » (38,3 %) et « employé » (36,7 %). Ils sont urbains et vivent en une maison avec plus de 100m² de terrain à moins de 5 minutes d'une forêt. Ils la fréquentent « à pied ou en vélo » (71 %) et pratiquent majoritairement « 2 fois par semaine et plus » (52,10 %).

Dans un troisième temps, nous chercherons à comprendre ce qu'ils nous disent du rapport ville-forêt. Elle est pour eux un terrain d'entraînement qu'ils fréquentent avec du matériel dédié : montre GPS et cardio-fréquence-mètre (30,8 %), lampe Frontale, bâtons, etc. Ils s'approprient ce terrain d'entraînement en créant des parcours, selon leurs objectifs de travail, qu'ils nomment selon des considérations spatiales et personnelles (le *half-pipe* par exemple). Mais la forêt est aussi un espace sensible qui renvoie à un rapport phénoménologique vécu et éprouvé (Sansot, 1986) au territoire qui change en fonction des saisons (odeurs, couleurs, etc.) et de la météorologie. Les termes utilisés par ces sportifs nous renseignent quant à la représentation symbolique qu'ils peuvent en avoir : *nature, bien être, dépaysement, respirer, calme, liberté, se vider la tête, se sentir ailleurs*, etc. La forêt est donc également un lieu sensible qu'ils fréquentent à la recherche d'un mieux-être.

Conclusion

Au fond, pour ces urbains, la forêt n'est pas seulement un autre stade, elle représente plus qu'une piste d'entraînement. Les trois quart des sondés répondent d'ailleurs apprécier tout particulièrement cet espace de pratique, suggérant une perception qui dépasse le simple changement de décor. Il y a un attachement à ces forêts qui, du fait de leur proximité, en font des territoires du quotidien (Di Méo, 1996). Elles leur procurent, en plus de l'activité physique, un bien être psychologique. *In fine*, ces sportifs de nature nous parlent d'une nouvelle façon de fabriquer la ville à travers ces loisirs.

Références

- Corneloup, J. (1993). *Escalades et société. Contribution à l'analyse du système, du communicationnel et du social*, (thèse de doctorat non publiée). Université de Paris 11, Orsay, France.
- Di Méo, G. (1996). *Les territoires du quotidien*, Paris : L'Harmattan.
- Di Méo, G. (2001). *Géographie sociale et territoires*, Paris : Nathan université.
- Kalaora, B. (1993). *Le musée vert, radiographie du loisir en forêt*. Paris : L'Harmattan.
- Lebreton, F. (2009). «Faire lieu» à travers l'urbain. *Socio-anthropologie des pratiques ludosportives et auto-organisées de la ville*. (thèse de doctorat non publiée). Université Haute Bretagne Rennes 2.
- Mao, P., Corneloup, J., & Bourdeau, P. (2013). L'indoor, l'underdoor et l'aroundoor, les sports de nature envahissent la ville. Dans Lefebvre S., Roult R., Augustin J.-P. (dir.), *Les nouvelles territorialités du sport dans la ville*, Québec, Presses de l'Université du Québec. (p. 81-98).
- Sansot, P. (1986). *Les Formes sensibles de la vie sociale*. Paris : Presses Universitaires de France.

¹⁵ L'hivernale est un trail d'orientation de 55 Km qui s'est déroulé durant la nuit du 2 au 3 février 2013.

¹⁶ Le raid normand est un raid d'orientation multisport (Course d'orientation, *run and bike*, trail, etc.) qui se déroule sur deux jours (27-28 juin 2013).

Effet d'une surcharge pondérale artificielle sur la transmission sensorielle corticale

Olivia Lhomond¹, Normand Teasdale^{2,3}, Matin Simoneau^{2,3}, Jean Blouin¹ et Laurence Mouchnino¹

¹ Laboratoire de Neurosciences Cognitives, UMR 7291, Aix Marseille Université

² Faculté de Médecine, section Kinésiologie, Université de Laval, Québec, Canada

³ Vieillesse, Centre de recherche FRSQ du Centre hospitalier affilié universitaire de Québec, Québec, Canada

olivia.lhomond@etu.univ-amu.fr

Introduction

La surcharge pondérale entraîne un déséquilibre caractérisé notamment par des augmentations de la vitesse de déplacement du centre des pressions, de la pression exercée sur la sole plantaire ainsi que des oscillations posturales. Ces caractéristiques sont retrouvées chez des personnes obèses autant que chez les athlètes en surpoids ou des sujets surchargés artificiellement (Handrigan et al., 2012). Ce serait donc la surcharge en soi, indépendamment de son caractère constitutif ou de la musculature, qui serait à l'origine de ces troubles de l'équilibre. Par ailleurs, une étude préliminaire de notre équipe a montré une diminution des potentiels évoqués somesthésiques (SEPs) en condition debout comparativement à la condition allongée, l'hypothèse étant que la pression exercée par le poids du corps générerait une pseudo-saturation des mécanorécepteurs plantaires. Notre hypothèse est que le déficit d'équilibre lors de la surcharge aurait une origine perceptive. Les informations provenant de la périphérie et allant jusqu'au cortex seraient amoindries entraînant alors une diminution des ondes précoces des SEPs. Cependant, nous posons l'hypothèse d'une augmentation sélective des ondes tardives par des processus d'intégration sensorielle.

Méthode

Pour tester cette hypothèse, nous avons travaillé sur deux conditions ; une condition "Poids Normal" et une condition "Surcharge" dans laquelle les sujets ont été artificiellement alourdis avec un gilet de 20kg permettant une répartition homogène de la surcharge autour du thorax. Nous avons réalisé une stimulation électrique non douloureuse sous la sole plantaire des participants afin de stimuler le nerf tibial postérieur. L'activité cérébrale évoquée par la stimulation a été enregistrée avec un système électroencéphalographique (EEG) et recueillie au niveau du cortex somatosensoriel primaire (S1). L'enregistrement s'est déroulé en condition debout, yeux fermés. Les enregistrements cérébraux ont été traités avec le logiciel BrainVision Analyzer 2 (Brain Products, Germany) et les essais ont été moyennés pour chacun des sujets. Une localisation des sources a ensuite été effectuée sur ces moyennages grâce au logiciel Brainstorm (Tadel et al. 2011). Les forces horizontales appliquées au sol ont également été enregistrées et analysées.

Résultats

Dans un premier temps, conformément à notre hypothèse, nous avons constaté en condition "Surcharge" une diminution de l'onde précoce du SEP (P50-N80) au niveau de l'aire de représentation du pied, au sein de S1. Comme attendu, les résultats ont montré une augmentation significative de la composante tardive du SEP (P170-N210) en condition "Surcharge" comparativement à la condition "Poids Normal". Dans un second temps, une analyse par localisation de sources (sLORETA) a montré une augmentation de l'activité des cortex occipitaux de manière bilatérale et notamment de l'extrastriate body area (EBA) indépendamment de la stimulation. Cette analyse a également révélé une augmentation de l'activité de la jonction temporo-pariétale (rTPJ), du cortex somatosensoriel secondaire (S2) et du cortex vestibulaire pariéto-insulaire (PIVC). Cette augmentation était latéralisée à droite et précédait légèrement la seconde composante tardive P170-N210 enregistrée sur S1 lors de la surcharge (Figure 1).

Les données comportementales montrent, quant à elles, une augmentation de l'ordre de 1,5 (± 0.54) des forces de réaction au sol dans les quatre directions (avant, arrière, droite et gauche) confirmant une instabilité avec le poids supplémentaire.

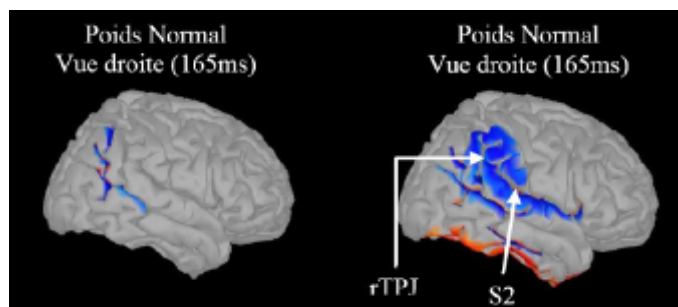


Figure 1. Localisation de sources 165ms après stimulation électrique. Augmentation d'activité de la rTPJ en condition "Surcharge" (droite) comparativement à la condition "Poids Normal" (gauche).

Discussion

La modulation des potentiels évoqués est connue depuis des années, et leur augmentation a été montrée lorsque les sujets avaient besoin d'informations venant de la périphérie (Altenmüller et al., 1995). Il serait donc surprenant d'observer une diminution de la P50-N80 lors de la surcharge puisque la contrainte d'équilibre est plus importante. La diminution de la transmission sensorielle précoce pourrait donc avoir une origine perceptive et résulter de l'augmentation de la pression exercée sur la sole plantaire. De plus, les cortex occipitaux sont significativement plus actifs dans la condition "Surcharge". Ces derniers, et l'EBA en particulier, sont connus pour être activés dans les conditions d'imagination du corps pour créer une représentation cohérente du corps dans l'espace avec ou sans mouvement (Kitada et al., 2014). L'EBA pourrait donc permettre une mise à jour de la représentation du corps dès les premiers instants de la surcharge.

Concernant l'augmentation des potentiels tardifs P170-N210 enregistrés au-dessus de S1 lors de la surcharge, notre interprétation est que d'autres régions cérébrales interviendraient dans l'intégration des informations venant de la périphérie. Le fait que des régions comme la rTPJ, le PIVC et S2 soient plus actifs juste avant le début du SEP semble confirmer notre interprétation. En effet, S2 est notamment connu pour avoir un rôle dans la modulation des potentiels de moyenne latence. La rTPJ et le PIVC sont impliqués dans le maintien de l'équilibre, mais aussi dans la représentation de son corps (Pfeiffer et al., 2014). Tout comme l'EBA, ces trois dernières régions pourraient permettre la mise à jour de la représentation du corps dans l'espace dans la condition de surcharge qui est une condition inhabituelle.

Références

- Altenmüller, E., Berger, W., Prokop, T., Trippel, M., & Dietz, V. (1995). Modulation of sural nerve somatosensory evoked potentials during stance and different phases of the step-cycle. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology/Evoked Potentials Section*, 96(6), 516-525.
- Handrigan, G. A., Berrigan, F., Hue, O., Simoneau, M., Corbeil, P., Tremblay, A., & Teasdale, N. (2012). The effects of muscle strength on center of pressure-based measures of postural sway in obese and heavy athletic individuals. *Gait & posture*, 35(1), 88-91.
- Kitada, R., Yoshihara, K., Sasaki, A. T., Hashiguchi, M., Kochiyama, T., & Sadato, N. (2014). The Brain Network Underlying the Recognition of Hand Gestures in the Blind: The Supramodal Role of the Extrastriate Body Area. *The Journal of Neuroscience*, 34(30), 10096-10108.
- Pfeiffer, C., Serino, A., & Blanke, O. (2014). The vestibular system: a spatial reference for bodily self-consciousness. *Frontiers in integrative neuroscience*, 8.

Influence of perceptual information on social judgment: the makeup example

Anna Loegel^{1, 2}, Sandra Courrèges², Frédérique Soppelsa², Frédérique Morizot², Aurélie Porcheron² et Paul Fontayne¹

¹ CeRSM, Team E2C (EA 2931) UFR STAPS, Université Paris Ouest Nanterre La Défense.

² Biology and Women's Beauty Department, Chanel Research & Technology, Pantin.

anna.loegel@chanel-corp.com

Introduction

Women around the world have used makeup for thousands of years. The facial contrast is defined by the difference in luminance and color between facial feature (eyes, mouth and eyebrows) and the surrounding skin (Russell, 2009). This perceptual information is sexually dimorphic, in the sense that female faces have greater facial contrast around the eyes and the mouth than male faces. Women usually apply makeup so as to enhance this contrast, and when it is digitally manipulated, female faces with higher contrast appear as more attractive and more feminine (Russell, 2009). This latter result could be associated with an increased salience of stereotypes, according to Miller (1970). With regard to universal dimensions of social cognition, women are usually described as warm but not very competent (Fiske, Cuddy, & Glick, 2007). This dichotomy - warmth and competence - reflect the functional idea that people want to know others' intent (good or bad) and their capability to pursue it. There is a compensation effect (Judd, James-Hawkins, Yzerbyt, & Kashima, 2005): judge people favorably on a dimension induced an unfavorable judgment over the second one. Made-up women were judge more sociable (Graham & Jouhar, 1981), but less capable for an account position (Kyle & Mahler, 1996) than women without makeup.

In the present study, we assumed that intensifying perceptual information relative to facial contrast through the use of makeup would strengthen targets' sexual dimorphism, which should be associated with an increase of warmth judgment and a decreased of competence judgment.

Participants

A sample of 106 French Caucasian women ($N=54$) and men ($N=52$) were tested. Participants were aged from 18 to 55 ($M_{age}=36.04$, $SD=11.06$) years.

Material and procedure

We used average faces to control the influence of attractiveness in social judgement and to isolate the effect of makeup. In all, 32 women divided in 4 age groups (18-22 years, 28-32 years, 38-42 years, 48-52 years) had been previously photographed without makeup and with different conditions of makeup. 8 women in the same age group and one condition of makeup were morphed together to create one average face. 4 conditions of makeup were chosen to give us a set of 16 average faces (4 age X 4 makeup) (see Figure 1). We choose 8 items drawn on "Bem Sex Role Inventory" (BSRI) to assess warmth and competence, 4 feminine and 4 masculine. This choice was guided by the list of Abele et al. (2008). These items had a positive valence in France. Every picture was presented with 8 BSRI items on a computer screen with QualtricsTM software. Participants were asked to characterize each face as spontaneously as possible, according to 8 personality traits on a visual analogue scale from 0 (definitely does not possess this personality trait) to 100 (definitely possesses this personality trait).



Figure 1. Example of average faces by age and makeup condition presented in this experiment

Results

We used two general linear mixed models to assess the impact of makeup on social dimensions, one model for warmth dimension and one another for competence dimension. This model was adjusted on: 4 types of makeup (no makeup, eyes, lips, full face), 4 age of targets (20 years, 30 years, 40 years, 50 years), 2 age groups of participants and 2 sexes of participants as fixed effects, and participants as random effect.

A significant effect of makeup on competence was obtained: $F(3, 1518)=82.42$, $p<.0001$, $\eta^2=.14$. The more women wore makeup the more participants attributed competence traits to them. Participants attributed more competent characteristics to targets with full face makeup ($M=67.05$, $SD=17.32$) than those with eye makeup ($M=59.13$, $SD=18.13$), with lips makeup ($M=57.81$, $SD=19.00$) and without makeup ($M=51.05$, $SD=18.99$). Targets with eye makeup did not differ significantly from those with lips makeup, but both differ significantly from no makeup.

There was no significant main effect ($p>.05$) of makeup on warmth dimension but the target's age X makeup interaction was significant: $F(9, 1509)=4.07$, $p<.0001$, $\eta^2=.024$.

In order to explore this interaction, we conducted another general linear mixed model by grouping targets by age: younger targets (20 and 30 years) vs. older targets (40 and 50 years). Without makeup, younger targets were judged warmer ($M=65.32$, $SD=22.67$) than older targets ($M=49.58$, $SD=25.02$). But, younger ($M=58.78$, $SD=23.33$) and older targets ($M=53.24$, $SD=23.30$) were judged similarly warm with the full face makeup.

Discussion/Conclusion

Our assumption, that sexual dimorphism information emphasized by makeup was associate to high attribution of warm and low attribution of competence, has proved flawed. According to Brewer (1988), age is a “top of the head” category, and is seemed to activate age stereotype. The top-down processes with age stereotype can explain these results. Makeup seems to be a good example of a dual processing operating on social judgment. The bottom-up (facial contrast increased by makeup) and top-down (age of targets) information were both used to judge women wearing makeup. If the competence dimension is more often associated to the occupational context, complementary studies will be useful to examine social judgment in different social contexts (Clément-Guillot & Fontayne, (2011) shown that activation of sport context was associate with a high competence attribution and a low warm attribution to women target).

References

- Abele, A. E., Uchronski, M., Suitner, C. & Wojciszke, B., (2008). Towards an operationalization of the fundamental dimensions of agency and communion: Trait content ratings in five countries considering valence and frequency of word occurrence. *European Journal of Social Psychology*, 38(7), 1202–1217.
- Brewer, M. B. (1988). A dual process model of impression formation. In R. S. Wyer, Jr., & T. K. Srull (Eds.), *Advances in social cognition* (Vol. 1, pp. 1–36). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Fiske, S. T., Cuddy, A. J. C., & Glick, P. (2007). Universal dimensions of social cognition: warmth and competence. *Trends in Cognitive Sciences*, 11 (2), 77-83.
- Miller, A.G. (1970). Role of physical attractiveness in impressions formation. *Psychomic Science*, 19, 241-243.
- Russell, R. (2009). A sex difference in facial contrast and its exaggeration by cosmetics. *Perception*, 38(8), 1211-1219.

Impact des informations proprioceptives sur le processus d'inhibition cognitive mis en jeu lors d'une tâche de contrôle postural statique

Justine Magnard¹, Gilles Berrut^{1,2}, Christophe Cornu¹ et Thibault Deschamps¹

¹ Laboratoire «Motricité, Interactions, Performance» (EA 4334), UFR STAPS, Université de Nantes.

² Gérontopôle des Pays de la Loire, CHU de Nantes, Nantes, France.

justine.magnard@univ-nantes.fr

Introduction

De nombreux travaux ont clairement démontré que l'inhibition cognitive, définie comme le contrôle volontaire sur les réponses dominantes, automatiques ou prépondérantes, influence de manière significative le contrôle postural. Cette fonction exécutive se distingue selon le type d'évènement auquel il s'applique : l'inhibition motrice (IM) renvoie à l'habilité de réfréner une réponse évidente mais non appropriée, tandis que l'inhibition perceptive (IP) correspond à l'habilité de retenir intentionnellement une réponse spatialement prépondérante (Harnishfeger, 1995). Ces capacités d'inhibition sont apparues particulièrement essentielles lors de situations de traitement d'informations sensorielles multiples concomitantes au maintien postural. Pourtant, aucune association entre ces fonctions d'inhibition et les performances posturales (double tâche) n'a été observée chez les sujets jeunes lors de manipulations de configurations visuelles / auditives conflictuelles (Mendelson *et al.*, 2010). Aussi nous sommes intéressés aux capacités de repondération des informations proprioceptives essentielles à la régulation posturale (Assländer & Peterka, 2014), en configuration d'inhibition cognitive. Pour ce faire, un protocole combinant une tâche de temps de réaction faisant intervenir l'IM ou l'IP et une tâche d'équilibre postural statique, réalisées avec et sans altération proprioceptive, a été mis en place. L'hypothèse soutenue était qu'un contexte proprioceptif modifié (via une surface instable) devait altérer les performances d'inhibition chez le sujet jeune.

Méthode

Lors de cette expérimentation, 14 participants (9 hommes, 5 femmes, 21.31 ± 3.15 ans) ont réalisé 10 blocs randomisés de temps de réaction (TR). Les participants devaient réagir le plus rapidement possible en appuyant sur un bouton presseur tenu dans chaque main, à l'apparition d'un stimulus visuel (une flèche noire dirigée vers la droite ou vers la gauche), dont les caractéristiques permettaient de manipuler l'IM (lieu d'apparition de la flèche systématiquement au centre de l'écran) et l'IP (lieu d'apparition soit à droite ou à gauche de l'écran), dans des conditions congruentes (C) (la réponse devait correspondre à la direction de la flèche; la flèche est dirigée vers la droite, le sujet appuyait sur le bouton qu'il tenait dans la main droite) et non-congruentes (NC) (la flèche est dirigée vers la gauche, le sujet appuyait à droite). Lors de ces blocs, les participants se tenaient debout pied-nus sur une plateforme de force dans une position standardisée afin de mesurer les déplacements de leur centre de pressions (COP). Deux conditions posturales étaient testées : équilibre statique sur une surface stable (ST) et sur une surface instable (mousse de 7 cm d'épaisseur) (INST). Une analyse de variance *Surface* (2: ST vs. INST) \times *Inhibition* (2: IM vs. IP) \times *Congruence* (2: C vs. NC) a été réalisée sur les TR médians.

Résultats

L'analyse a révélé un effet des facteurs principaux « *Inhibition* » ($p < 0,0001$; $\eta^2 = 0.83$) et « *Congruence* » ($p < 0,0001$; $\eta^2 = 0.74$) attestant des TR plus longs lors de situations d'IP qu'en IM (377.7 ± 44.9 vs. 334.9 ± 35.7 ms, +13%) ainsi qu'en configuration NC par rapport à C (371.9 ± 46.6 vs. 340.7 ± 39.5 ms, +9%) (Figure 1). Aucun effet « *Surface* » n'a été observé sur les TR, soulignant ainsi que les conditions posturales testées n'ont pas affecté les performances de TR des sujets, alors qu'un effet « *Surface* » a été observé sur leur posture attestant d'une dégradation de

l'équilibre postural lors des essais INST par rapport aux ST [e.g. aire de déplacement du COP (909.7 ± 469.5 vs. 668.6 ± 474.3 mm² ; +36% ; $p < 0.01$; $\eta^2 = 0.46$), vitesse de déplacement du COP (11.9 ± 3.4 vs. 9.2 ± 3.9 m/s ; +28% ; $p < 0.0001$; $\eta^2 = 0.89$)].

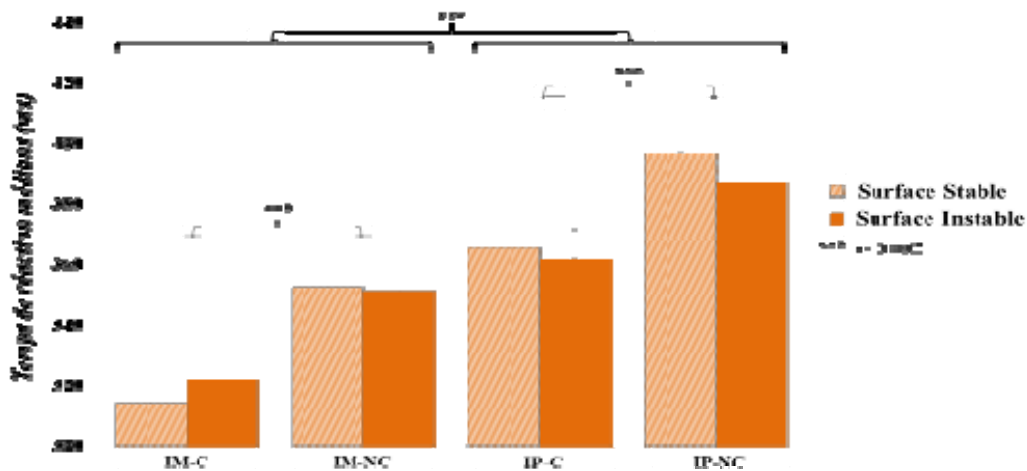


Figure 1. Illustration des effets principaux « *Inhibition* » et « *Congruence* » sur temps de réaction.

Note : IM, Inhibition Motrice ; IP, Inhibition Perceptive ; C, Congruente ; NC, Non-Congruente

Conclusion

Au-delà de des effets classiques de l'inhibition (IM vs. IP) et de leur niveau de complexité (C vs. NC) manipulés lors des essais de TR (Harnishfeger, 1995), les résultats montrent que l'altération du contexte proprioceptif via une surface instable ne semble pas davantage impacter ces processus d'inhibition cognitive chez des sujets jeunes, quand bien même leur contrôle postural s'en trouve classiquement modifié. Aussi la nécessité posturale de repondération sensorielle, volontairement manipulée par le support instable, ne serait pas perturbée dans une configuration nécessiteuse d'inhibition cognitive, même complexe. Il a été démontré que les changements proprioceptifs engendrés par ce type de support induisaient une réduction des entrées afférentes des mécanorécepteurs articulaires et cutanés de la voute plantaire, sans en affecter les récepteurs musculaires (Chiang et Wu, 1997). Il est donc suggéré que ces changements n'entraîneraient pas de surcharge cognitive, signe de modalités distinctes de contrôle central à l'origine de la performance posturale.

Références

- Assländer, L., & Peterka, R. (2014). Sensory reweighting dynamics in human postural control. *J Neurophysiol.* 111, 1852-64.
- Chiang, J., et Wu, G. (1997). The influence of foam surfaces on biomechanical variables contributing to postural control. *Gait & Posture.* 5, 239-245.
- Harnishfeger, K.K. (1995). The development of cognitive inhibition: theories, definitions, and research evidence. In F.N.Dempster & C.J.Brainerd (Eds.), *Interference and inhibition in cognition* (pp. 175–204). San Diego, CA: Academic Press.
- Mendelson, D., Redfern, M., Nebes, R., & Jennings, J. (2010). Inhibitory processes relate differently to balance/reaction time dual tasks in young and older adults. *Neuropsychol Dev Cogn B Aging Neuropsychol Cogn.* 17, 1-18.

Impact d'un programme d'entraînement physique sur le développement de la force vitesse en handball

S. Mahour Bacha Ferahtia¹, M. Mahour Bacha² et M. Sahraoui³

¹ Institut d'éducation physique et du sport de Sidi Abdallah Université Alger 3, ²Laboratoire, des sciences du sport et de l'entraînement de haut niveau,

³IEPS Alger

sabiraferahtia@gmail.fr

Introduction

Durant cette dernière décennie, le handball a connu de grandes mutations dans le domaine de la gestion de la préparation des handballeurs, ce dernier est devenu pointu et de plus en plus ciblée afin de répondre aux exigences sans cesse renouvelées et imposées par la structure du jeu. Exigences, liées au haut niveau de performance physique et à la maîtrise des capacités techniques et tactiques. Le handball est une activité athlétique à caractère force-vitesse, toutes les réactions en handball sont orientées vers cette qualité (les tirs, déplacement, sauts). La complexité des mouvements et les variations continues de l'intensité avec lesquels elles sont exécutées rendent difficile le choix des méthodes et des moyens de préparation, de même que l'application de ceux-ci dans le cadre d'une séance ou au cours des étapes de préparation. Au handball, un certain nombre d'études ont montré que des niveaux élevés de force et de puissance musculaire, ainsi qu'une capacité aérobie élevée, constituaient des facteurs importants de la performance. (Granadoz, 2007) Ainsi, un choix rationnel d'un programme d'entraînement basé sur les moyens et méthodes de développement de la force-vitesse lors de la période préparatoire aura une influence positive sur l'amélioration de cette qualité chez les jeunes handballeurs de moins de 16 ans et ainsi contribuera à l'amélioration de la maîtrise technique. Le but de l'étude est de mettre en évidence les effets d'un programme d'entraînement orienté vers le développement de la qualité force vitesse et évaluer son impact sur le niveau de préparation physique des jeunes handballeurs de moins de 16 ans.

Méthode

L'étude a porté sur trente-six jeunes handballeurs de moins de 16 ans, issus d'associations sportives de handball, répartis en deux groupes de dix-huit sujets composant le groupe témoin [Sétif : 15.5±0.11 ans, 169.11±5,5 cm, 158.6±1.6 kg] et dix-huit autres le groupe expérimental (Ténès : 15.9± 0.05 ans, 66.55 ± 2.4 kg, 171.66±6,5 cm]). Le groupe expérimental a été soumis à un programme d'entraînement basé sur des moyens et des méthodes de développement de la force-vitesse lors de l'étape de préparation physique spéciale et précompétitive, tandis que le groupe témoin a suivi le programme habituel proposé par leur entraîneur. Le programme se compose de deux mésocycles, avec 4 séances par microcycle consacrées au développement de la qualité de la force-vitesse, la durée de chaque séance avoisine les 90 minutes avec 40 minutes de travail est réservé à pour cette qualité. Tous les sujets ont subi des tests physiques de terrain tels que : test de détente verticale, test de lancer de balle avec élan, test de saut en longueur sans élan et enfin le test de course de 30 mètres vitesse avec dribble. Tous les tests physiques ont été effectués lors de l'étape préliminaire (période préparatoire) et l'étape finale de la période compétitive. Enfin, pour tester l'effet d'entraînement, nous avons eu recours à l'analyse statistique descriptive comme le calcul de la moyenne arithmétique, calcul de l'écart type, le test de comparaison (t de Student), ainsi que le calcul de l'indice de progression. Pour l'ensemble des statistiques le seuil de significativité a été fixé à (P<0,05).

Résultats

Nous avons pu démontrer qu'un choix rationnel et judicieux d'un plan d'entraînement lors des étapes de préparation spéciale et précompétitive de la période préparatoire permet d'avoir un meilleur niveau de développement de la force -vitesse. Ainsi, les résultats obtenus des tests physiques chez les jeunes handballeurs de moins de 16 ans, ont relevé une nette progression des

résultats pour le groupe expérimental par rapport au groupe témoin, avec une différence statistiquement très significative à $p < 0.01$ des tests physiques à l'étape finale. Le groupe expérimental se caractérise par les plus grandes moyennes au niveau des tests physiques de la détente verticale et horizontale avec des valeurs respectives de $(41,94\text{cm} \pm 6,4 ; 218,65\text{cm} \pm 16,50)$. En revanche, le test de lancé de balle n'a révélé aucune différence statistique à $p < 0.05$ entre les deux groupes analysés. Les résultats de l'expérimentation montrent que le groupe expérimental a enregistré des gains très importants représentés par des différences très significatives à $p < 0,01$ et $p < 0,001$ pour la capacité de développement de la force vitesse par rapport au groupe témoin.

Discussion

L'analyse détaillée de l'ensemble des résultats des divers tests physiques effectués, nous a permis de dégager les conclusions suivantes : Nous avons pu démontrer que l'efficacité de l'adaptation de l'organisme des enfants ou des adolescents lors du dosage correspondant aux efforts de caractère force vitesse améliore les possibilités fonctionnelles du sportif. Ceci confirme les données de plusieurs chercheurs. Les résultats atteints confirment l'hypothèse de départ, selon laquelle les tests pédagogiques sont révélateurs du niveau du développement de la force vitesse. Et qu'un choix rationnel et judicieux d'un plan d'entraînement lors des étapes de préparation spéciale et précompétitive de la période préparatoire permet d'avoir un meilleur niveau de développement de la force -vitesse. L'adolescence semble être la période la plus privilégiée pour le développement des qualités physiques spécifiques à une discipline sportive (Letzelter M.1990).

Références

- Eurofit, (1992). Evaluation de l'aptitude physique: Batterie expérimentale. Service de la médecine sportive, Université de Ege. Izmir.
- Gorostiaga, EM., Granados, C. & coll. (2004). Differences in physical fitness and throwing velocity among elite and amateur male handball players. *International Journal of Sports Medicine*;25:1-8.
- Granados, C. & coll. (2007). Differences in physical fitness and throwing velocity among elite and amateur male handball players. *International Journal of Sports Medicine*;25:1- Letzelter, M. (1990), Entraînement de la force. Editions Vigot, Paris.
- Quintallet, A. (2003). La programmation du travail énergétique en Handball. *Approches du handball*. 74: 33-37.

Effet de l'expertise sur les capacités prédictives et prospectives dans des tâches de jugement et de poursuite de trajectoire de balle

Maroua Mallek¹, Régis Thouwarecq², Bruno Mantel¹ et Nicolas Benguigui¹

¹ Laboratoire « CESAMS », (EA 4260) Université de Caen Basse Normandie

² Laboratoire « CETAPS », (EA 3832) Université de Rouen

maroua.mallek@unicaen.fr

Introduction

De nombreuses études proposent que les actions d'interception impliquent l'utilisation de modèles internes permettant de se représenter certaines propriétés de l'environnement (telle que la gravité) et de prédire les trajectoires de balles pour agir. Selon cette hypothèse, ce modèle pourrait se développer et s'affiner avec l'expérience (e.g., McIntyre et al., 2001). D'autres études font état de la nécessité d'avoir des capacités de régulation du mouvement plus rapides, plus précises et mieux adaptées correspondant à une optimisation du couplage information-mouvement (Le Runigo et al., 2010). Pour alimenter le débat sur cette question, nous avons pris comme support l'expertise en sport de balle. Deux études ont été mise en place : la première est une expérience psychophysique dans un environnement virtuel reproduisant un terrain de basket (Figure 1), ayant comme objectif l'identification de la sensibilité des sujets lors d'une modification des propriétés physiques de la trajectoire. Dans le cas de l'utilisation de modèles internes qui se développeraient avec la pratique, les experts devraient être plus performants dans la détection des modifications des propriétés de l'environnement. Nous proposons dans la seconde expérience une tâche de poursuite dans laquelle la perception et l'action seront liées par une régulation prospective du mouvement. Le but de cette dernière sera d'examiner la mise en jeu des adaptations et des ajustements face à des différentes trajectoires. Dans ce résumé, seuls les résultats de la première expérience sont présentés, les résultats de l'étude reposant sur la tâche de poursuite, en cours de réalisation, seront communiqués lors du congrès.

Méthode

Deux groupes ont été constitués, le premier comprenant 16 joueurs de basket experts (Age moyen= 24±4.11ans) et le second 14 non-experts (29±6 ans). Les sujets devaient évaluer si la hauteur de la trajectoire post-rebond leur paraissait trop haute ou trop basse par rapport à ce qu'ils attendaient. Pour toutes les trajectoires, la vitesse initiale sur l'axe vertical était de 8.37 m/s. Au moment du premier rebond, les valeurs de gravité (G) et les coefficients de restitution (CR) pouvaient prendre 12 valeurs différentes (Figure 2). Afin de contrôler la tendance des sujets à centrer leurs réponses par rapport à la gamme de trajectoire proposée (*centering bias*, e.g., Mantel et al., 2008), deux intervalles de hauteur de balle pour le 1^{er} rebond ont été utilisés, lors de deux conditions différentes : de 2.16 à 4.32 m (condition 1, valeur centrale : 3.24 m) et de 1.68 à 3.84 m (condition2, valeur centrale : 2.76 m). Dans chaque condition, les participants passaient trois blocs de 40 essais : 10 hauteurs différentes x 2 modifications différentes (G et CR) x 2 vitesses horizontales, le tout présenté dans un ordre aléatoire. Pour chaque participant nous

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-\left(\frac{x-u}{\beta}\right)}}$$

avons ajusté une fonction logistique de forme (e.g., Treutwein & Strasburger, 1999) sur la probabilité (observée) de réponses « trop haut » et « trop bas » calculée à chaque hauteur de rebond. Trois variables dépendantes ont ainsi pu être extraites : le biais (point d'égalité subjective), le JND (différence juste perceptible), et le coefficient de détermination (R²). D'autre part, les temps de réponse (TR) ont été mesurés pour les 40 différentes trajectoires, prenant en compte l'intervalle de temps entre le lancement de la balle et l'appui sur l'une des deux touches du clavier. Nous avons ajusté les TR de chaque sujet selon une fonction polynomiale de forme $f(x) = ax^2 + bx + c$. Ensuite, nous avons calculé R², le sommet et l'indice de largeur « a » de la courbe ajustée. Enfin, nous avons analysé l'effet de chacune de ces variables suivant le plan factoriel (Expertise x gamme utilisée x Prédicteur CR-G).

Figure 9. Présentation de l'environnement virtuel conçu pour la tâche de jugement de la trajectoire post-rebond

Figure 10. Représentation graphique des trajectoires de ball

Résultats

L'ANOVA ne montre pas d'effet significatif de l'expertise, de la gamme utilisée et du prédicteur CR-G pour les variables du TR (indice de largeur (a), le sommet de la courbe et le R^2), et pour les variables des réponses binaires JND et R^2 . En ce qui concerne la variable Biais, l'ANOVA à mesures répétées ne montre pas d'effet significatif de l'expertise, du prédicteur CR et G mais montre en revanche un effet significatif de l'intervalle de hauteurs utilisé ($F(1,26)=5.86$, $p<.05$, $\eta^2=0.18$). Les sujets passés dans la condition 1 ont une valeur de biais significativement plus importante ($M = 3.11$ m) que les sujets passés dans la condition 2 ($M = 2.91$ m).

Discussion

Les résultats ne révèlent aucun effet d'expertise. Les experts ne sont donc pas meilleurs que les non-experts dans le jugement perceptif du rebond de basket, ils sont tout autant affectés que les non-experts par l'effet de « gamme » et ils ne détectent pas plus rapidement les trajectoires de balles modifiées brutalement lors de la manipulation du CR que celles modifiées progressivement lors de la manipulation de la gravité. Nos résultats sont en concordance avec ceux d'Abernethy (1991) et de Rowe & McKenna (2001) montrant que les processus perceptifs ne se différencient pas avec l'expertise en sport de balle. Corroborant les travaux de Baurès et al (2007), nos résultats suggèrent que l'expertise n'est pas liée à l'utilisation de modèles internes plus élaborés. Elle pourrait être plutôt le résultat d'un couplage perception-action optimisé, (Savelsbergh & Kamp, 2000). Dans cette logique, nous avons réalisé une seconde expérimentation dans laquelle les sujets devraient interagir directement avec le ballon après le rebond, afin de solliciter les processus perceptivo-moteurs et d'évaluer l'hypothèse que l'expertise en sport de balle se traduit par une régulation du mouvement plus précise et rapide.

Références

- Abernethy, B. (1991). Visual strategies & decision-making in sport. *Int J Sport Psy*, 22, 189-210.
- Baurès, R., Benguigui, N., Amorim, M. A., et Siegler, I. A. (2007). Intercepting free falling objects: better use Occam's razor than internalize Newton's law. *Vision research*, 47, 82-91.
- Le Runigo, C., Benguigui, N., & Bardy, B. G. (2010). Visuo-Motor Delay, Information-Movement Coupling and Expertise in Ball Sport. *Journal of Sports Sciences*. 28, 327-337.
- Mantel, B., Bardy, B. G., & Stoffregen, T. (2008). Critical boundaries and median values in affordance perception. In S. Cummins-Sebree, M. A. Riley, & K. Shockley (Eds.), *Studies in perception and action IX* (pp. 222-225). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- McIntyre, J., Zago, M., Berthoz, A., Lacquaniti, F. (2001). Does the brain model Newton's laws? *Nature Neuroscience*, 4, 693-4.
- Savelsbergh, G. J. P., & Van der Kamp, J. (2000). Information learning to co-ordinate and control movements: Is there a need for specificity of Practice? *Int J Sport Psy* 31, 467-484.
- Rowe, R. M., McKenna, F. P. (2001). Skilled anticipation in real-world tasks : measurement of attentional demands in the domain of tennis. *J Exp Psy Appl*, 7, 60-67.
- Treutwein, B., & Strasburger, H. (1999). Fitting the psychometric function. *Perception & Psychophysics*, 61(1), 87-106.

Utilisation d'informations vibrotactiles pour l'estimation des temps de contact

Cynthia Mandil¹, Laure Lejeune¹, Elise Faugloire¹, Bruno Mantel¹ et Nicolas Benguigui¹

¹ Centre d'étude Sport et Actions Motrices (EA 4260), Université de Caen Basse-Normandie
cynthia.mandil@unicaen.fr

Introduction

Lorsque l'on se déplace dans l'environnement, la régulation du mouvement est principalement assurée par la prise d'informations visuelles, qui sont parfois difficilement accessibles en cas de surcharge attentionnelle ou bien en cas de dégradations des conditions d'accès. Les dispositifs vibrotactiles offrent la possibilité d'exploiter une modalité sensorielle différente (i.e. tactile) en remplacement ou en complément des informations visuelles. Ces informations sont transmises à l'aide de vibrateurs posés à la surface de la peau et dont les paramètres de vibration (localisation, fréquence, rythme, patterns spatiotemporels, etc.) renvoie à une information. Par exemple, la localisation d'une stimulation permet d'indiquer la direction dans laquelle s'orienter (van Erp et al., 2005). Dans le cas de la régulation du mouvement et plus spécifiquement de la gestion des contacts avec l'environnement, il est alors nécessaire de déterminer 1) quelle information coder et 2) comment la coder sous forme de stimulations vibrotactiles. Au plan visuel, Lee (1976) a proposé que la régulation d'approche s'appuierait sur l'expansion optique. Ce phénomène visuel permet d'accéder à la variable tau, rendant directement compte du temps avant contact (TTC) entre un individu et un élément de son environnement. Différentes études ont mis en évidence l'utilisation de la variable tau dans des modalités sensorielles différentes de la vision, Salvendy (1993) pour la modalité haptique et Schiff & Oldak (1990) pour la modalité auditive), laissant penser qu'il serait également possible d'accéder à cette variable avec la modalité tactile. Une étude Cancar et al. (2013) montre qu'il est possible d'estimer un TTC à partir d'un pattern tactile en expansion, où une forme tactile quasi-circulaire change de taille en fonction de la distance entre le sujet et une balle. Cependant, leurs résultats ne permettent pas de définir précisément quels sont les paramètres de la stimulation qui donnent accès aux informations sur le TTC. Le TTC peut également être spécifié via le ratio entre la distance et la vitesse, sans recourir à la projection de l'image du projectile (ou de l'environnement). L'objet de l'étude est donc dans un premier de déterminer quelle information (taille angulaire ou distance) permet d'avoir l'estimation temporelle la plus juste. Le second objectif est de déterminer si des paramètres de la stimulation vibrotactile tels que la localisation, la durée et le délai entre deux stimulations, connus pour influencer le jugement temporel entre deux stimuli (Sato, 1952 ; Helson & King, 1931), ont un effet sur l'estimation d'un TTC.

Méthode

L'étude a été réalisée sur 12 sujets Le dispositif tactile se compose de 23 vibrateurs espacés de 9, 18 ou 27 mm et disposés en ligne au niveau de l'abdomen. Chaque pattern varie selon trois paramètres, qui constituent également nos variables indépendantes.

- **Mode de codage** : un codage *optique* reproduisant l'expansion optique d'un objet en approche à l'aide d'une stimulation où la distance entre deux vibrateurs activés simultanément augmente en fonction de la taille angulaire de cet objet ; un codage *métrique* où la localisation du vibrateur activé est modulée en fonction de la position de l'objet par rapport au point de contact (Figure 1).
- **Type de stimulation** : une stimulation *continue* où chaque pinnule reste activée jusqu'à ce que la suivante s'active. Une stimulation *discontinue* où la pinnule vibre durant 50 ms
- **Ecartement spatial** : différents écartements entre les pinnules ont été utilisés, 9, 18 et 27 mm.

Inspirée des tâches d'estimation de TTC avec des dispositifs visuels dans lesquelles le participant juge du moment d'arrivée d'une cible, la tâche consistera ici à juger du moment où la stimulation atteint sa position ou son expansion maximale. Au début de chaque bloc, les stimulations sont présentées aux sujets. Durant l'expérimentation, seuls les 5 premiers niveaux sont présentés au sujet et celui-ci doit alors appuyer sur un bouton au moment où il estime que le 6^{ème} devrait s'activer.

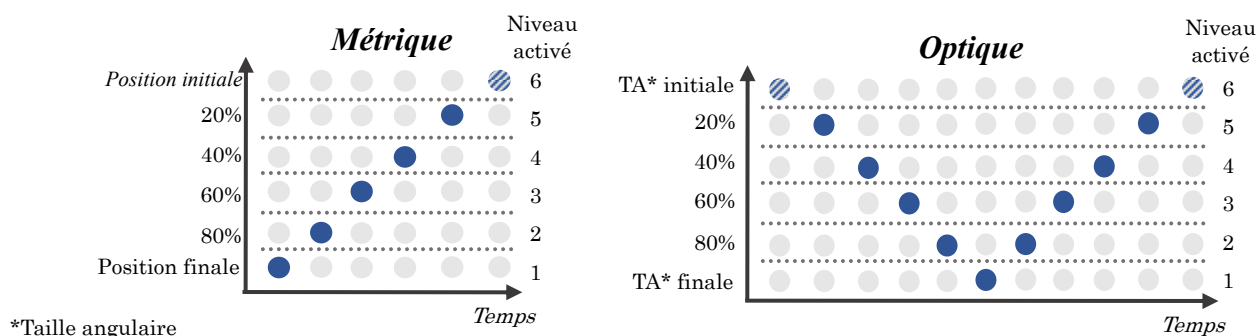


Figure 1. Illustration des patterns utilisés dans les deux modes de codage. Chaque chiffre indique l'ordre des stimulations. Les niveaux n°6 ne sont présentés qu'au début de chaque bloc lors de la familiarisation.

Résultats

L'analyse de variance (ANOVA à mesure répétée) montre un effet significatif ($\alpha=.05$) du mode de codage, $F(1,11)=19.37$, $p=.001$, $\eta^2=.64$, et du type de stimulation sur l'erreur constante, $F(1,11)=8.12$, $p=.016$, $\eta^2=.43$ (Figure 2).

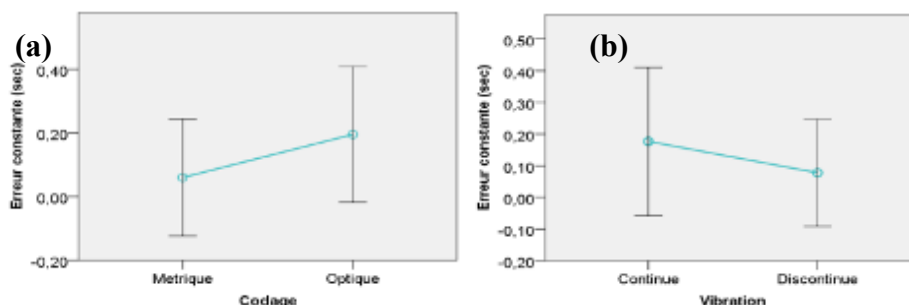


Figure 11. Erreur constante moyenne en fonction du mode de codage (a) et du type de vibration (b).

Discussion

Les résultats vont dans le sens de l'étude d'Helson et King (1931) et montrent que les jugements de TTC sont plus précis avec des stimulations discontinues et devraient donc être privilégiés pour transmettre des informations d'approche. Par ailleurs, ils montrent également qu'une stimulation vibrotactile renvoyant à la distance serait la plus appropriée pour un dispositif tactile visant à aider en situation d'approche. Les études futures viseront à déterminer si, en situation bimodale le jugement de TTC peut-être amélioré à l'aide de l'une de ces stimulations vibrotactiles.

Références

- Cancar, L., Diaz, A., Barrientos, A., Travieso, D., & M., D. (2013). Tactile-Sight: A Sensory Substitution Device Based on Distance-Related Vibrotactile Flow. *International Journal of Advanced Robotic Systems*, 1. <http://doi.org/10.5772/56235>
- Helson, H., & King, M., S. (1931). The tau effect: an example of psychological relativity. *Journal of Experimental Psychology*, 14(3), 202-217. <http://doi.org/10.1037/h0071164>
- Lee, D. N. (1976). A theory of visual control of braking based on information about time-to-collision. *Perception*, 5(4), 437-459.
- Salvelsbergh, G. (1993). Time-To-Contact Judgements Based on Haptic Information. In *Studies in perception and action II: posters presented at the VIIth International Conference on Event Perception and Action, August 8-13, 1993, University of British Columbia, Vancouver BC, Canada* (p. 100-104). Hillsdale, N.J: L. Erlbaum.
- Schiff, W., & Oldak, R. (1990). Accuracy of judging time to arrival: effects of modality, trajectory, and gender. *J Exp Psycho. Human Perception and Performance*, 16(2), 303-316.
- Van Erp, J. B., Veen, H. A. V., Jansen, C., & Dobbins, T. (2005). Waypoint navigation with a vibrotactile waist belt. *ACM Transactions on Applied Perception (TAP)*, 2(2), 106-117.

La spécificité du Footeval, test maximal intermittent de terrain avec ballon, lui confère-t-elle une sensibilité à l'entraînement en pré-saison?

Christophe Manouvrier^{1,2}, Johan Cassirame³, Hugues Jullien^{1†}, Martin Buchheit^{4,5} et Said Ahmaidi¹

¹Laboratory of Exercise Physiology and Rehabilitation, EA 3300, Faculty of Sport Sciences, University of Picardie, Jules Verne, 80025, Amiens

²Olympique de Marseille Football Club, Marseille, France

³EA 4660 "Département Culture Sport Santé Société", Université of Franche-Comte, Besançon.

⁴Performance Department, Paris Saint Germain Football Club, Saint-Germain-en-Laye, France

⁵Institute of Sport, Exercise and Active Living, Victoria University, Melbourne, Australia

Introduction

Précédemment (ACAPS 2013) nous avons présenté le Footeval test maximal intermittent avec ballon où le potentiel aérobie du sujet joue un rôle dans le niveau du dernier palier atteint pour 33% mais aussi l'explosivité du joueur pour 21% et le niveau de maîtrise technique d'un point de vue qualitatif (coordination) pour 9% et quantitatif (CrBrut_{moy}) pour 27%. L'objet de notre étude est de tester la sensibilité du Footeval à l'entraînement et au type d'entraînement en préparation estivale

Méthodologie

Vingt-sept joueurs U14-U15 d'un centre de formation d'un club de Ligue 1 ont été recrutés (âge: $13,5 \pm 0,1$, masse grasse : 11, 2%, poids : $45,9 \pm 1,1$ kg, taille: $152,5 \pm 0,2$ cm). Ils s'entraînent 4 fois par semaine avec un match le weekend. Un Vameval (V_{VAMEVAL}) et un Footeval (V_{FOOTEVAL}) sur terrain synthétique ont été effectués par les joueurs en semaine 1 et 6 de la phase de préparation estivale. Les sujets ont été répartis dans 3 groupes d'entraînement selon les résultats du Vameval initial (1/3 randomisé) ; SSG, TECH et GENERIC. Sur une période 4 semaines (semaine 2 à 5), les groupes ont réalisé 6 sessions spécifiques. A la fin des séances collectives, chaque groupe a réalisé 11 minutes avec des contenus différents (même durée des phases de travail et de récupération). Le groupe jeux réduits (SSG) avait pour contenu : 3 contre 3 stop-ball, 4 x 1 min 30 s et 30 s récupération passive, aire de jeu 25x30 m et 10 min de 15s-15s avec ballon récupération passive à intensité équivalente à 120% de VMA. Le groupe technique (TECH) réalisait un circuit de 7 ateliers (passe et suit, jonglages, frappes...) où le sujet devait effectuer le plus grand nombre de tour. Le groupe (GENERIC) réalisait un travail de 2 x 3 min de course à Vitesse Maximale Aérobie (VMA) et 10 min de 15s-15s à 100% VMA. A l'issue de toutes les séances d'entraînement un relevé perceptif de l'intensité de l'effort a été réalisée avec l'échelle de Borg (CR10 ; 1998)

Résultats

Les résultats des progressions en fonction des différents groupes de travail sont exprimés dans la figure 1 ci-dessous.

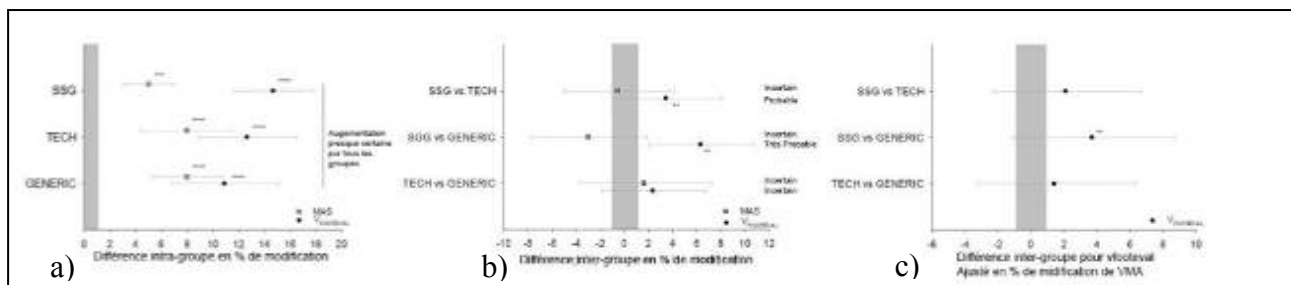


Figure 1. a) différence inter-groupe en % b) différence intra-groupe en % c) différence inter-groupe au V_{footeval} ajusté avec la VMA

Discussion

La sensibilité du Footeval au progrès du potentiel aérobie du joueur

Les résultats obtenus (Figure 1.a) montrent une progression dans les 3 groupes (SSG, TECH, GENERIC) pour $V_{VAMEVAL}$ et $V_{FOOTEVAL}$ après 4 semaines d'entraînement. Ces progressions sont significativement plus marquées pour le $V_{FOOTEVAL}$ que pour $V_{VAMEVAL}$. On note également des progressions différentes pour chacun des groupes d'entraînement.

Sensibilité du Footeval au type d'entraînement

SSG vs TECH

La figure 1.b montre une progression similaire entre SSG et TECH pour la $V_{VAMEVAL}$ mais une progression plus forte du groupe SSG au $V_{FOOTEVAL}$. Les bénéfices en faveur du SSG pour $V_{FOOTEVAL}$ peuvent s'expliquer par l'intensité supérieure occasionnée par le stop ball combiné à un travail technique avec ballon sous pression temporelle (15s-15s). En effet, le travail technique permet l'amélioration du résultat au $V_{FOOTEVAL}$ mais celle-ci est encore plus marquée lorsque l'intensité du travail est supérieure. On note une perception de l'effort de + 23% pour le SSG par rapport au TECH suggérant une intensité plus élevée (Rampinini et coll 2007). Cette hypothèse se confirme puisque lorsque l'on efface l'effet VMA (Figure 1.c) la progression plus prononcée du groupe SSG disparaît.

SSG vs GENERIC

La figure 1.b montre une progression plus prononcée au $V_{VAMEVAL}$ en faveur du groupe GENERIC. Cela est probablement lié au type d'exercice qui induit un temps passé à haute intensité supérieure. Dans le même temps le groupe SSG améliore plus fortement les résultats au $V_{FOOTEVAL}$ que le groupe GENERIC (figure 1.b). La différence entre ces 2 groupes s'explique en partie par le nombre de Changements De Direction (CDD). Le SSG induit des CDD avec des accélérations, des décélérations qui ne sont pas présent dans le programme GENERIC. Ces CDD avec variation des vitesses entraînent des augmentations du VO_2 (Buchheit et coll 2011) spécifiques à la pratique mais également au test Footeval. L'utilisation du ballon permet aussi l'amélioration du groupe SSG à $V_{FOOTEVAL}$. On note que le gommage de l'effet VMA ne supprime pas l'amélioration du groupe SSG à $V_{FOOTEVAL}$ (Figure 1.c).

TECH vs GENERIC

La Figure 1.b montre des progrès comparables entre TECH vs GENERIC pour $V_{VAMEVAL}$ et $V_{FOOTEVAL}$. Cela indique qu'un contenu exclusivement ballon n'engendre pas forcément de progrès plus significatif au Footeval qu'un contenu GENERIC.

Conclusion

Les résultats de cette étude montrent que le Footeval est plus sensible à l'entraînement qu'un test traditionnel (Vameval). Egalement, nous avons objectivé par ce travail, que les progressions obtenues à ce test étaient liées à la spécificité de l'entraînement mis en place. Le travail en jeu réduit couplé à du travail intermittent avec ballon permettent d'obtenir les meilleures améliorations.

Références

1. Manouvrier C, Cassirame J, Julien H. Proposition d'un test d'évaluation des qualités du joueur de Football. XV^{ème} Congrès ACAPS. Grenoble 29-31 octobre 2013
2. Borg G. (1998) Borg's perceived exertion and pain scales. Champaign IL: Eds Human Kinetics.
3. Rampinini. E, Impellizzeri. F, Castagna. C, Grant .Abt, Chamari. K, Sassi. A, Marcora. S. (2007). Factors influencing physiological responses to small-sided soccer games. Journal of Sports Sciences, 2006; 1 – 8, Preview article.
4. Buchheit. M, Bachar. H, Hader. K, Ufland. P, Ahamidi. S. (2011). Assessing Running Economy During Field Running with changes of Direction: Application to 20m Shuttle Runs. International Journal of Sports Physiology and Performance. 6: 380-395.

Stratégies d'évitement de collision en intersection

Julie Mathieu^{1,2}, Reinoud Bootsma¹, Catherine Berthelon² et Gilles Montagne¹

¹ Institut des Sciences du Mouvement E.J. Marey, Université Aix-Marseille, France

² Laboratoire de Mécanismes d'Accidents IFSTTAR, Salon de Provence, France

julie.mathieu@ifsttar.fr

Introduction

En conduisant, l'automobiliste est souvent amené à éviter d'autres usagers de la route. Cette configuration arrive fréquemment, notamment lors de la réalisation d'une traversée d'intersection. Du fait que cette tâche présente un degré élevé de complexité, elle est responsable, avec les tâches de dépassement, du plus grand nombre d'accidents de la route d'après l'Institut d'Etude des Accidents de la route. C'est pour cela que de nombreuses études se sont penchées sur cette tâche et ont montré que la perception du conducteur pouvait être influencée par la taille des véhicules croisés à une intersection (e.g., Caird et Hancock 1994). Les résultats de ces études montraient un effet massif de la taille du véhicule approchant sur le jugement des automobilistes (i.e., estimation du temps d'arrivée du véhicule observé après disparition de la scène visuelle avant le franchissement de l'intersection). Or, dans ces études, la taille et le type de véhicules croisés covariaient systématiquement. D'autres travaux ne concernant pas la conduite automobile (e.g., Brendel et al. 2014) montrent que le jugement du temps d'arrivée d'un stimulus (e.g., un objet ou une image) pourrait être influencé par des facteurs cognitifs de haut niveau représentés par la teneur émotionnelle de ce stimulus approchant. En effet la valence (i.e., stimulus agréable ou désagréable) et l'excitation (i.e., faible ou forte) que génère l'objet ou l'image présenté semblaient avoir une incidence significative sur le jugement du temps d'arrivée de celui-ci ou celle-ci. Ainsi, en conduite automobile, à l'approche d'une intersection, le jugement du temps d'arrivée du véhicule observé pourrait être influencé par la taille et également par le type de véhicules croisés, en partant du principe qu'une voiture et une motocyclette pourraient avoir une teneur émotionnelle différente (i.e., une valence et un degré d'excitation différent). L'objectif de cette étude est de déterminer l'incidence de la taille et du type de véhicules croisés sur la perception de l'automobiliste à l'approche d'une intersection.

Méthode

14 participants ont réalisé l'expérience dans un simulateur de conduite automobile (figure 1). Ils observaient une scène visuelle dans laquelle ils se déplaçaient passivement en direction d'une intersection et devaient observer un véhicule approcher sur une route transversale à la leur (figure 1 à droite). Avant que le véhicule observé atteigne l'intersection, la scène visuelle disparaissait (i.e., paradigme de disparition). Les participants devaient appuyer sur un bouton pour indiquer à quel moment ils pensaient que le véhicule aurait franchi l'intersection. Les conducteurs étaient amenés à croiser deux types de véhicules différents (i.e., voiture ou motocyclette) ayant des dimensions identiques. Cette particularité permettait d'analyser de manière spécifique l'incidence du type de véhicules croisés sur la perception des automobilistes indépendamment de leur taille. Les véhicules croisés pouvaient également être de taille normale ou de grande taille (x2). Enfin, pour qu'il n'y ait pas un effet d'habituation le véhicule observé pouvait franchir l'intersection 1 s, 2 s ou 3 s après la disparition de la scène visuelle.

Résultats et discussion

Les estimations du temps d'arrivée ont été comparées au temps d'arrivée réel du véhicule croisé à l'intersection. Les graphiques de la figure 2 représentent les erreurs de jugement moyen du temps d'arrivée en tenant compte du signe (erreur constante). Ces erreurs ont été soumises à une ANOVA à mesures répétées 2 (tailles) x 2 (types) x 3 (temps d'arrivée). Celle-ci révèle un effet significatif

de la taille ($F(1, 13) = 121.57$, $p < .0001$, $\eta^2_{\text{partial}} = .90$), du temps d'arrivée ($F(2, 26) = 53.0732$, $p < .0001$, $\eta^2_{\text{partial}} = .8032$) et du type de véhicules croisés ($F(1, 13) = 12.7831$, $p < .005$, $\eta^2_{\text{partial}} = .4958$).



Figure 12: A gauche, le simulateur de conduite vu de l'extérieur avec les 3 rétroprojecteurs et les trois écrans. A droite, le point de vue des participants à l'intérieur de l'habitacle. La scène visuelle est projetée devant le véhicule et apparaît également sur les rétroviseurs.

Les résultats montrent que plus le temps d'arrivée du véhicule après disparition de la scène visuelle était important plus les participants réalisaient une erreur constante négative importante (sous-estimation du temps d'arrivée). Ils montrent également que plus le véhicule croisé est de grande taille plus les participants réalisaient une erreur constante négative importante. Enfin les participants réalisaient une erreur constante négative plus importante en observant une voiture par rapport à une motocyclette. Ainsi, cette étude permet de montrer que dans les expériences précédentes, les effets attribués à la taille des véhicules croisés étaient en réalité un effet conjoint de la taille et du type du véhicule observé. Une deuxième étude a été réalisée par la suite afin d'étudier l'incidence de ces mêmes variables sur la traversée active d'une intersection. Les résultats semblent montrer que les conducteurs n'utilisent pas les informations présentes dans leur environnement de la même façon selon qu'ils utilisent leur vision pour percevoir ou pour agir (perception vs perception-action).

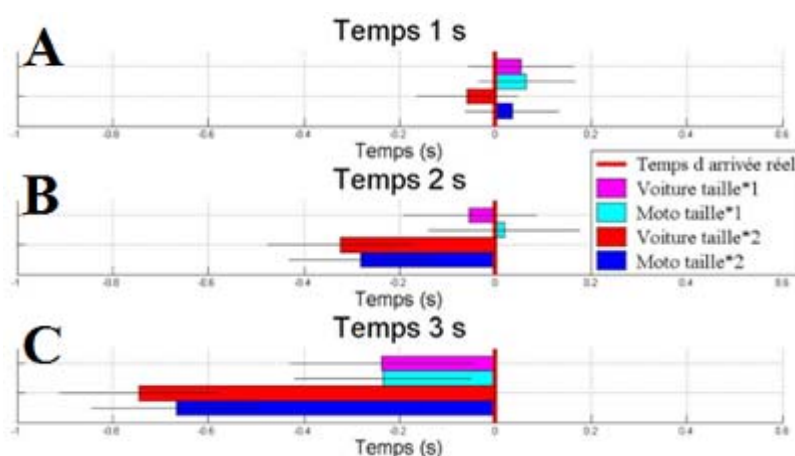


Figure 13. Erreur constante en fonction du type et de la taille du véhicule croisé pour un temps d'arrivée de 1s (A), de 2 s (B) et de 3 s (C). Le 0 sur l'axe des abscisses représente le temps d'arrivée réel du véhicule croisé sur l'intersection.

References

- Brendel, Esther, Heiko Hecht, Patricia R. DeLucia, and Matthias Gamer. 2014. "Emotional Effects on Time-to-contact Judgments: Arousal, Threat, and Fear of Spiders Modulate the Effect of Pictorial Content." *Experimental Brain Research* 232 (7): 2337–47.
- Caird, J.K., and P.A. Hancock. 1994. "The Perception of Arrival Time for Different Oncoming Vehicles at an Intersection." *Ecological Psychology* 6 (2): 83–109.

Influence of Weight Status on Hip Geometry in Lebanese Elderly Women

Riad Nasr ¹, Eric Watelain ², Antonio Pinti ³, Ghassan Maalouf ⁴, Eddy Zakhem ¹
et Rawad El Hage ¹

¹ Department of Physical Education, Faculty of Arts and Social Sciences, University of Balamand, El-Koura, Lebanon.

² Université Lille Nord de France, UVHC, LAMIH, UMR UVHC/CNRS 8201,59313 Valenciennes, France.

³ I3MTO, CHRO – 1, rue Porte Madeleine, 45032 Orléans, France.

⁴ Musculoskeletal Department, Bellevue Medical Center, Faculty of Medicine of Saint-Joseph University, Mansourieh, Lebanon.
nasrriad@yahoo.com.

Introduction

Obesity and overweight are public health concerns (WHO, 2000). The relation between obesity and bone mineral density has been studied. Obesity seems to moderate the effect of osteoporosis by increasing BMD via mechanical and hormonal mechanisms. However, bone strength and fracture risk are not only influenced by BMD but also by bone micro-architecture and bone geometry. The aim of this study was to investigate the influence of weight status on hip geometry and Bone Mineral Density (BMD) of proximal Femur in Lebanese Elderly women. We have hypothesized that obesity and overweight would positively influence hip geometry indices in our population.

Material and methods

A total of 437 Lebanese Elderly women (141 obese, 192 overweight and 104 normal-weight) aged 75.4 ± 4.7 years old participated in this study. Weight and height were measured, and body mass index (BMI) was calculated. Bone mineral density (BMD) of the neck femur and the total hip region was measured by DXA (GE Healthcare Lunar Prodigy). Proximal femoral geometry including cross-sectional moment of inertia (CSMI), cross-sectional area (CSA), femur strength index (FSI), and Hip axis length (HAL) were also measured by DXA. The means and standard deviations were calculated for all the clinical data, for the bone density measurements, and for the bone geometrical measurements. BMD and hip geometrical values were compared among the three groups (obese, overweight, and normal-weight) using a one-way-analysis of variance (ANOVA). Association between clinical and bone data were given as Pearson correlation coefficients.

Results

Table 1: Clinical characteristics and bone variables of the study population

	OB (n = 141)	OW (n = 192)	NW (n = 104)
Age (years)	75.4 ± 4.7	75.4 ± 4.5	75.5 ± 4.9
Weight (kg)	81.1 ± 14.1 *	64.1 ± 6.9 @	52.7 ± 7.5\$
Height (cm)	152.4 ± 7.8	152.6 ± 7.5	153.2 ± 8.0
BMI (kg/m ²)	34.8 ± 4.7*	27.4 ± 1,4@	22.3 ± 2.2\$
TH BMD (g/cm ²)	0.835 ± 0.146 *	0.779 ± 0.126 @	0.665 ± 0.134 \$
FN BMD (g/cm ²)	0.766 ± 0.173 *	0.730 ± 0.117 @	0.661 ± 0.111 \$

CSA (mm ²)	122.4 ± 72.5 *	111.6 ± 24.7 @	105.7 ± 38.6
CSMI (mm ⁴)	9236 ± 4808 *	8166 ± 3073 @	7504 ± 2953
FSI	1.272 ± 0.627 *	1.431 ± 0.440 @	1.507 ± 0.529
HAL (mm)	101.5 ± 8.6	101.3 ± 8.2	99.4 ± 12.9

OB: obese; OW: overweight; NW: normal weight ; BMI: body mass index; THBMD: total hip bone mineral density; FNBMD: femoral neck bone mineral density; CSA: cross sectional area; CSMI: cross sectional moment of inertia; FSI: femur strength index; HAL: hip axis length; * significant differences between obese and normal-weight subjects, $P < 0.05$; @ significant differences between obese and overweight subjects, $P < 0.05$; \$ significant differences between overweight and normal-weight subjects, $P < 0.05$.

Age, height and HAL were not significantly different among the three groups. Weight, BMI, TH BMD and FN BMD were significantly different among the three groups. CSA, CSMI and FSI were significantly higher in obese subjects compared to overweight and normal-weight subjects.

Table 2: Correlations between clinical characteristics and bone variables

	TH BMD (g/cm ²)	FN BMD (g/cm ²)	CSA (mm ²)	CSMI (mm ⁴)	FSI	HAL (mm)
Weight (kg)	0.45 ***	0.31 ***	0.17 ***	0.34 ***	- 0.25 ***	0.31 ***
BMI (kg/m ²)	0.38 ***	0.23 ***	0.08	0.12 **	- 0.24 ***	0.05
Age (years)	- 0.20 ***	- 0.15 **	0.02	0.12 **	0.02	0.12 **

OB: obese; OW: overweight; NW: normal-weight; BMI: body mass index; THBMD: total hip bone mineral density; FNBMD: femoral neck bone mineral density; CSA: cross sectional area; CSMI: cross sectional moment of inertia; FSI: femur strength index; HAL: hip axis length; * $P < 0.05$; ** $P < 0.01$; *** $P < 0.001$.

In the whole population, body weight was positively correlated to TH BMD ($r = 0.45$; $P < 0.001$), FN BMD ($r = 0.31$; $P < 0.001$), CSA ($r = 0.17$; $P < 0.001$), CSMI ($r = 0.34$; $P < 0.001$), and HAL ($r = 0.31$; $P < 0.001$). Age was negatively correlated to TH BMD ($r = - 0.20$; $P < 0.001$) and FN BMD ($r = - 0.15$; $P < 0.01$).

Conclusion

This study suggests that, in elderly women, obesity is associated with higher hip bone mineral density values, and greater hip geometric indices of bone strength. Therefore, this study suggests that obesity and overweight may protect against osteoporosis in postmenopausal women. Mechanical and hormonal factors may explain the link between obesity and hip bone geometry.

References

World Health Organization (2000) Obesity: Preventing and Managing the Global Epidemic. WHO Obesity Technical Report Series 894: World Health Organization Geneva, Switzerland.

Interaction cavalier-cheval : coordinations posturales du cavalier lors de variations de fréquence du simulateur selon le niveau d'expertise

Agnès Olivier¹, Florie Bonneau¹, Jean Jouvrey¹ et Brice Isableu¹

¹ Laboratoire « Complexité, Innovation et Activités Motrices et Sportives »
agnes.olivier@u-psud.fr

Introduction

L'équitation est une discipline sportive particulière dans la mesure où le cavalier doit s'adapter en permanence à son cheval afin de maintenir son équilibre en posture assise « à califourchon ». Le maintien de l'équilibre du cavalier et la synchronisation spatio-temporelle du couplage cavalier/cheval dépendent de l'intégration optimale des signaux sensoriels (Ernst & Bühlhoff, 2004). La contribution des signaux sensoriels dans le contrôle postural évoluerait avec le niveau d'expertise en faveur des informations proprioceptives et selon le type d'activité (e.g. Stambolieva et al. 2012). L'objectif de l'étude visait à identifier le mode de coordination postural du cavalier selon son niveau d'expertise lors de déséquilibres provoqués par les changements de fréquence de mouvement d'un simulateur équestre. Les cavaliers experts devraient être plus synchrones et plus en phase que les novices, et peu influencés par les changements de fréquence du mouvement du simulateur.

Méthode

Sujets : 13 cavaliers professionnels provenant de la Garde Républicaine (19.2 ± 6.2 années de pratique ; 7 ± 4.3 années de pratique en compétition) et 13 novices, n'ayant jamais obtenu de diplômes équestres ont été recrutés. *Matériel* : Un simulateur équestre a été utilisé afin de placer l'ensemble des sujets dans les mêmes conditions expérimentales. Tous avaient eu l'occasion de tester le simulateur au préalable à la fréquence moyenne de 70 mouvements par minutes (mvt/min.), couramment utilisée par les entraîneurs (fréquence référente correspondant au galop). Les oscillations antéropostérieures du simulateur équestre sont générées autour de l'axe sagittal. L'enregistrement des déplacements posturaux a été réalisée au moyen de 9 caméras de capture optoélectronique du mouvement « Optitrack 250e » (fréquence 250 Hz). Les sujets étaient équipés de marqueurs rétro-réfléchissants placés sur différents segments : la tête, le tronc (C7, T10), le bassin, le membre supérieur (épaule, coude, main) et le membre inférieur (genou, malléole, talon) (Cf. Lagarde et al. 2005). *Procédure expérimentale* : Les sujets ont été positionnés sur la selle du simulateur de manière identique. Nous avons ensuite enregistré les déplacements posturaux des cavaliers au cours de variations de fréquence du simulateur pendant 180 s. fractionné en 6 blocs de 30 s. chacun, soit : [70] [60] [80] [70] [80] [60] mvt/min. Les cavaliers n'avaient aucune connaissance a priori du type de variations de fréquence effectuée par l'expérimentateur. La consigne était de se stabiliser sur le simulateur en mouvement et de regarder droit devant. *Analyse des données* : Les Phases Relatives (PR) discrètes des différents segments étudiés du cavalier par rapport au marqueur positionné sur le simulateur dans l'axe vertical ont été calculées. Dans le cadre de cette communication, nous présentons l'analyse de la PR moyenne des 8 cycles « post-transition ascendante » (60 à 80 mvt/min.) et « post-transition descendante » (80 à 60 mvt/min.) soit juste après le changement de fréquence du simulateur. Deux analyses de variance (ANOVA) à deux facteurs ont été conduites sur notre variable : Expertise (Cavaliers Professionnels vs Novices), Segments (Tête, C7, T10, Bassin, épaule, coude, poignet, genou, cheville, talon) pour chaque post-transition (Ascendante, Descendante).

Résultats

Post-transition ascendante : L'analyse statistique montre un effet principal de l'Expertise ($p < 0.01$) et Segment ($p < 0.001$) sur la moyenne des PR ainsi qu'un effet d'interaction Expertise × Segment ($p < 0.01$) (figure 1). *Post-transition descendante* : Les résultats de l'analyse statistique ne montrent pas d'effet principal de l'Expertise (ns). Cependant de la même manière que pour la post-

transition ascendante, l'ANOVA réalisée révèle un effet principal Segment ($p < 0.001$) ainsi qu'une tendance pour l'interaction Expertise \times Segment ($p = 0,065$) (figure 1).

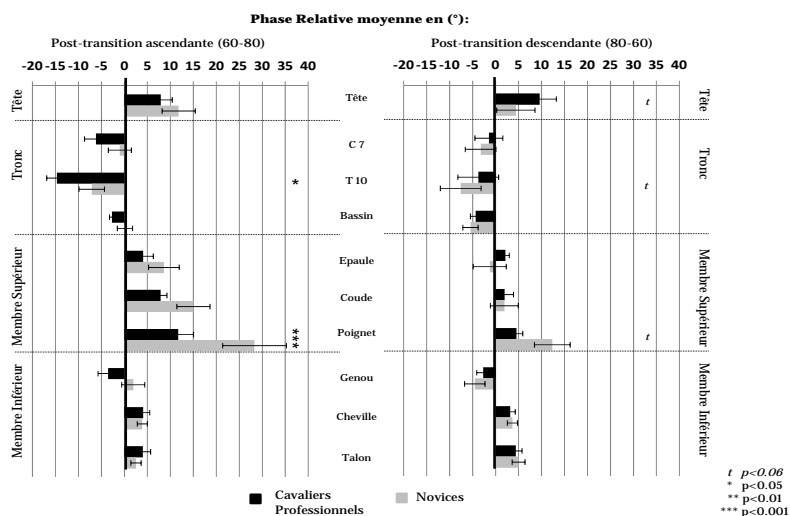


Figure 1: Moyennes des PR selon les points anatomiques étudiés, l'expertise et la transition étudiée.

Une PR égale à 0° informe que le segment étudié est en phase avec le mouvement du simulateur.

Une PR négative ($< 0^\circ$) indique que le segment étudié est en anticipation alors qu'une PR positive ($> 0^\circ$) signifie un retard du segment étudié par rapport au mouvement du simulateur (réfèrent).

Discussion

A notre connaissance, aucune étude n'avait mis en évidence le mode de coordination du cavalier au cours de variations de fréquences d'un simulateur équestre ou d'un cheval. L'effet du niveau d'expertise du cavalier ressort principalement lors de la post-transition ascendante et non lors de la post-transition descendante. Pour l'ensemble des cavaliers la synchronisation est plus efficace lors de la diminution de la fréquence du simulateur (post-transition descendante). L'accélération provoquée par l'augmentation de la fréquence semble avoir altéré la capacité des novices à se maintenir en phase contrairement aux cavaliers experts, plus en phase avec les mouvements du simulateur. La probable prépondérance des informations proprioceptives dans le contrôle de l'équilibre et de l'orientation avec le niveau d'expertise sportive pourrait l'expliquer (Stambolieva et al. 2012). Les experts se caractérisent également par une capacité à détecter plus précocement les désorganisations posturales (et donc celles induites par les variations de fréquence du simulateur afin de maintenir leur équilibre) lors de postures précaires (Vuillerme et al., 2001). Les répercussions de cette accélération se situent au niveau du tronc (T10) chez les professionnels et au niveau du poignet chez les novices. Le tronc (rachis) du cavalier aurait un rôle important « d'amortisseur » des déstabilisations engendrées par les déplacements du cheval (Lagarde et al., 2005 ; Münz, Eckardt & Witte, 2014) leur permettant une meilleure synchronisation de la main avec le cheval et inversement chez les novices.

Références

- Ernst, M.O & Bühlhoff, H.H. (2004). Merging the senses into a robust percept. *Trends in cognitive sciences*, 8, 4, 162-169.
- Lagarde, J., Peham, C., Licka & T., Kelso, J.A.S. (2005). Coordination dynamics of the horse-rider system. *Journal of motor behavior*, 37,6, 418-424.
- Münz, A., Eckardt, F., Witte, K. (2014). Horse-rider interaction in dressage riding, *Human Movement Science*, 33, 227-237.
- Stambolieva, K., Diafas, V., Bachev, V., Christova, L. & Gatev, P. (2012). Postural stability of canoeing and kayaking young athletes during quiet stance, *Eur J Appl Physiol*, 112, 807-15.
- Vuillerme, N., Teasdale, N. & Nougier, V. (2001b). The effect of expertise in gymnastics on proprioceptive sensory integration in human subjects. *Neuroscience letter*, 311, 73-76.

Évaluation isocinétique de la fatigabilité musculaire du genou: qu'en est-il de la reproductibilité intra-dynamomètre et de la compatibilité inter-dynamomètre ?

Julien Paulus¹, Roland Krecke², Laurent Bosquet³, Bénédicte Forthomme^{1,4}, Vincent Grémeaux⁵, Jean-Michel Crielaard^{1,4}, Jean-Louis Croisier^{1,4}

¹ Université de Liège, Département des Sciences de la Motricité & de Kinésithérapie et Réadaptation, Liège, Belgique

² Centre Hospitalier de Luxembourg, Clinique du Sport, Eich, Luxembourg

³ Université de Poitiers, Faculté des Sciences du Sport, Poitiers, France

⁴ Université de Liège, Département de Médecine Physique et Réhabilitation, Liège, Belgique

⁵ Centre Hospitalier Universitaire de Dijon, Pôle Rééducation & Réadaptation, Dijon, France

julien.paulus@doct.ulg.ac.be

Introduction

Les tests isocinétiques contribuent largement à l'évaluation de la performance musculaire et en sont considérés comme un *gold standard* [1]. Les tests de fatigabilité peuvent s'avérer complémentaires des épreuves courtes de force notamment pour évaluer un athlète sollicitant particulièrement la filière anaérobie lactique ou dans des contextes pathologiques spécifiques [2].

Bien que Bosquet et al. [3] aient démontré la reproductibilité d'un protocole de fatigabilité pour le genou, 30 flexions-extensions maximales à $180^{\circ}.s^{-1}$ avec une amplitude de 100° , à notre connaissance, aucune étude, ayant pour objectif d'être exhaustive dans son analyse, n'a été menée sur la reproductibilité des paramètres mesurés (meilleure répétition, cumul total et partiels) et index de fatigue (quotient des n dernières répétitions par les x premières, du cumul des répétitions par la meilleure,...). Ces index et paramètres mesurés sont néanmoins proposés directement par les dynamomètres et/ou utilisés en clinique et dans la littérature lors de l'étude de la fatigabilité du genou [4]. Sont-ils cependant suffisamment reproductibles pour que leur utilisation soit scientifiquement validée?

La compatibilité des résultats d'une épreuve de fatigabilité du genou entre différents dynamomètres isocinétiques n'a également, à notre connaissance, pas été évaluée récemment, qui plus est sur plus de deux dynamomètres de marques différentes [5]. Est-il envisageable de comparer les résultats obtenus sur des dynamomètres de marques différentes et de généraliser les normes?

Méthodes

Pour tenter d'apporter un élément de réponse à la première question, dix-huit hommes sains, modérément actifs, ont réalisé trente extensions-flexions maximales du genou ($180^{\circ}.s^{-1}$ sur une amplitude 100°) à trois occasions sur un Biodex System 3 Pro, en observant sept à dix jours de repos entre chaque session. Afin de compiler onze paramètres mesurés et de construire quarante-quatre index, le moment de force maximum (MFM) et le travail maximal (Wmax) de chaque répétition ont été enregistrés. La reproductibilité de chaque paramètre mesuré et index a été évaluée via leur ICC (2,1), SEM et MD respectifs.

Pour évaluer la compatibilité inter-dynamomètre du Biodex System 3 Pro, du Con-Trex MJ PM-2 et du Cybex Humac CSMI, vingt-et-un sujets sains, modérément actifs, ont réalisé trente extensions-flexions maximales du genou ($180^{\circ}.s^{-1}$ sur une amplitude 100°) à trois occasions, en observant six à dix jours de repos entre chaque session. Le MFM et le Wmax de chaque répétition ont été enregistrés. La compatibilité inter-dynamomètre deux-à-deux a été évaluée à l'aide des ICC (3,1), SEM et MD des paramètres mesurés.

Résultats

En ce qui concerne la reproductibilité intra-dynamomètre, les valeurs d'ICC des paramètres mesurés pour les extenseurs du genou sont quasi-systématiquement supérieures à 0.8 tandis que celles pour les fléchisseurs oscillent entre 0.7 et 0.8. Les index de fatigue présentent quant à eux des ICC inférieurs à 0.7 et 0.5 respectivement pour les extenseurs et fléchisseurs. Les valeurs d'ICC ne diffèrent guère entre le MFM et le W_{max} (que ce soit pour les extenseurs ou les fléchisseurs ou pour

les paramètres mesurés et les index de fatigue).

Pour le volet compatibilité inter-dynamomètre, les ICC des paramètres mesurés lors de l'épreuve de fatigabilité musculaire des extenseurs du genou sont très majoritairement supérieurs à 0.8, quelle que soit la paire de dynamomètres considérée. A contrario, les ICC de ces mêmes paramètres mesurés sont presque tous inférieurs à 0.7 pour les fléchisseurs. Les valeurs d'ICC ne diffèrent guère entre le MFM et le W_{max} (que ce soit pour les extenseurs ou les fléchisseurs). Logiquement, la compatibilité inter-dynamométrique des index de fatigue n'a pas été étudiée puisque leur reproductibilité intra-dynamomètre a été démontrée comme insuffisante dans la première partie de notre étude.

Discussion

Considérant qu'un ICC supérieur à 0.8 soit acceptable pour une utilisation clinique [6], nous pouvons conclure que, compte tenu des valeurs obtenues sur notre population, aucun index de fatigue, bien que séduisant compte tenu de leur capacité théorique à caractériser la décroissance de la performance lors d'une épreuve de fatigabilité, ne semble présenter une reproductibilité intra-dynamométrique suffisante pour une utilisation clinique ou de recherche. Seuls les paramètres mesurés tels que la meilleure répétition, les cumuls total ou partiels apparaissent utilisables en raison d'une reproductibilité intra-dynamométrique qui peut être qualifiée de (très) haute voire excellente [7, 8]. Les index de fatigue sont donc fréquemment utilisés, en clinique et dans un contexte de recherche, alors que leur reproductibilité semble très largement insuffisante.

La reproductibilité inter-dynamomètre des paramètres mesurés du protocole de fatigue défini par Bosquet et al. [3] permet leur utilisation clinique pour les extenseurs du genou mais est très insuffisante pour les fléchisseurs. Il apparaît donc nécessaire de réaliser les tests à chaque reprise sur le même dynamomètre dans le cadre de suivis longitudinaux ou des comparaisons transversales impliquant les fléchisseurs du genou. Ce manque de compatibilité inter-dynamomètre implique également que les normes soient spécifiques à chaque modèle de dynamomètre isocinétique.

Conclusion

Nos résultats indiquent que les index de fatigue ne peuvent être utilisés, que ce soit dans un contexte clinique ou de recherche, pour l'évaluation isocinétique du genou. Seuls les paramètres mesurés sont suffisamment reproductibles pour être employés.

Le manque de compatibilité inter-dynamomètre pour les fléchisseurs du genou impliquent d'utiliser le même dynamomètre isocinétique lors de suivis longitudinaux ou de comparaisons transversales.

Références

- Dvir, Z., *Relevant, less relevant and irrelevant isokinetic strength test parameters: Some critical comments*. *Mov Sport Sci/Sci Mot*, 2014(85): p. 15-21.
- Maquet, D., et al., *Muscle performance in patients with fibromyalgia*. *Joint, Bone, Spine: Revue du Rhumatisme*, 2002. 69(3): p. 293-9.
- Bosquet, L., et al., *Effect of the lengthening of the protocol on the reliability of muscle fatigue indicators*. *Int J Sports Med*, 2010. 31(2): p. 82-8.
- Stock, M.S., et al., *Sex comparisons for relative peak torque and electromyographic mean frequency during fatigue*. *Research Quarterly for Exercise & Sport*, 2013. 84(3): p. 345-52.
- Keilani, M.Y., et al., *Comparison of values generated during isokinetic-testing of the knee extensor and flexor muscles using the cybex 6000 and biodex 3 isokinetic dynamometer*. *Physikalische Medizin Rehabilitationsmedizin Kurortmedizin*, 2007. 17(6): p. 327-333.
- Currier, D.P., *Elements of research in physical therapy*. 3rd ed. ed. 1990, Baltimore: Williams, & Wilkins.
- Adsuar, J.C., et al., *Applicability and test-retest reliability of isokinetic shoulder abduction and adduction in women fibromyalgia patients*. *Arch Phys Med Rehabil*, 2013. 94(3): p. 444-50.
- Portney, L.G. and M.P. Watkins, *Foundations of Clinical Research: Applications to Practice*. 2000: Prentice Hall Health.

Effet des suppléments en nitrates alimentaires sur la consommation en oxygène lors de l'exercice: une revue systématique et une méta-analyse

Mehdi Pawlak-Chaouch¹, Julien Boissière¹, François-Xavier Gamelin¹, Grégory Cuvelier² et Julien Aucouturier¹

¹ URePSSS, EA 7369, Equipe "Activité Physique, Muscle, Santé"; Université Droit et Santé Lille 2

² Haute Ecole Provinciale de Hainaut-Condorcet, Tournai, Belgique

mehdi.pawlak-chaouch@etu.univ-lille2.fr

Introduction

Le monoxyde d'azote (NO) est une molécule synthétisée de façon endogène, extrêmement diffusible, très réactive, et qui est impliqué dans de nombreux processus physiologiques tels que la respiration et la biogénèse mitochondriales, l'utilisation des substrats énergétiques et les activités ATPasiques musculaires (Gao, 2010). Les nitrates d'origine alimentaire représentent une alternative à la voie de synthèse « classique » du NO. Une fois ingérés, les nitrates alimentaires sont captés par les glandes salivaires, et redirigés dans la cavité orale, où ils sont réduits en nitrite par des bactéries buccales (Lundberg, Weitzberg, & Gladwin, 2008). Ces nitrites sont par la suite réduits en NO, ou autres molécules dérivées du NO, en condition hypoxique, ou de pH faible au niveau tissulaire et vasculaire (Lundberg et al., 2008). Une amélioration de l'efficacité mitochondriale in vitro, associée à une diminution de la consommation d'oxygène (VO₂) à l'exercice d'intensité modérée, a été rapportée chez des sujets sains, actifs après une supplémentation de 3 jours en sels de nitrates (Larsen et al., 2011) ; tandis qu'une diminution de l'ATP totale, estimée par spectroscopie par résonance magnétique, a été observée au cours d'exercices à faible et haute intensités, après 6 jours de supplémentation en jus de betteraves rouges (Bailey et al., 2010). Peu d'études ont exploré l'effet de la supplémentation en nitrates sur la VO₂ dans une population pathologique, alors que les activités de la vie quotidienne chez ces sujets peuvent être compromises par des limitations de l'apport et de l'utilisation en oxygène aux muscles actifs (Shepherd et al., 2015). L'objectif de cette étude était de réaliser une méta-analyse des résultats des essais contrôlés randomisés étudiant l'effet des suppléments en nitrates alimentaires sur la VO₂, et d'identifier les possibles facteurs pouvant influencer la diminution attendue de la VO₂.

Méthodes

La recherche des articles a été effectuée à travers 3 bases de données électroniques (PubMed, Scopus, Web of Science) de Février à Mars 2015, et se restreignait aux articles publiés en anglais. Les termes utilisés dans la recherche bibliographique étaient les suivants : « dietary, exogenous, infusion, inorganic, nitrate, nitrite, beetroot, beet root, oxygen uptake or consumption, metabolic rate and energy expenditure ». Les critères d'inclusion comprenaient : 1) essais contrôlés randomisés ; 2) études rapportant les mesures de la VO₂ à l'exercice ; 3) comparaison entre supplémentation en nitrates et placebo.

Pour chaque étude répondant aux critères d'inclusion, les caractéristiques des participants (âge, sexe, mesures anthropométriques, état de santé), la forme, la durée et le dosage du traitement utilisé pour la supplémentation en nitrates étaient extraits. Ces variables étaient traitées comme source d'hétérogénéité et comme facteurs dans les différents modèles de la méta-analyse. Les données des VO₂ étaient intégrées dans des modèles à effets aléatoires selon la méthode de DerSimonian et Laird, et étaient réparties en fonction de l'intensité de l'exercice : modérée, intense, sévère. Les données d'épreuves maximales étaient incorporées dans un autre modèle. Les études avec les plus larges effets étaient ensuite retirées, afin d'évaluer leur influence sur la taille de l'effet dans les modèles concernés.

Synthèse des données

29 études randomisées, contrôlées par placebo, transversales, en double (n=18) ou simple (n=11)

aveugle répondaient aux critères d'inclusion pour la revue systématique contre 26 études pour la méta-analyse pour cause de données manquantes ou d'intensités d'exercice non constantes. La plupart des essais étaient réalisés chez des sujets sains, jeunes, actifs ou entraînés. Deux études portaient sur des sujets sains, mais respectivement âgés et en surpoids, tandis que 4 autres études étaient réalisées chez des sujets pathologiques, atteints de broncho-pneumopathie chronique obstructive, artériopathie oblitérante des membres inférieurs et d'insuffisance cardiaque avec une fraction d'éjection préservée. La méta-analyse inclut 264 sujets avec un nombre de participants par étude compris entre 7 et 17. La supplémentation en nitrates était réalisée dans 6 études par des sels de nitrates en solution, et dans 23 études par du jus de betteraves rouges. La durée des supplémentations était principalement répartie entre prise aiguë et supplémentation de plusieurs jours (3-50 jours) avec une dose journalière de nitrates comprise entre 5,1 et 19,5 mmol.

Résultats

La supplémentation en nitrates réduit la VO_2 au cours de l'exercice d'intensité modérée [-0.29 (95% IC: -0.48,-0.10), $p < 0.01$] et intense [-0.33 (95% IC: -0.54,-0.12), $p < 0.01$]. L'analyse selon la forme de supplémentation montre que la VO_2 diminue à la fois avec les sels de nitrates et le jus de betteraves rouges durant l'exercice d'intensité modérée [-0.38 (95% IC: -0.76, 0.00), $p=0.05$; -0.27 (95% IC: -0.50, -0.04), $p = 0.02$, respectivement] et intense [-0.41 (95% IC: -0.81,-0.01), $p=0.04$; -0.30 (95% IC: -0.55,-0.04), $p=0.02$, respectivement]. À intensité modérée, les doses faibles de nitrates [-0.41 (95% IC: -0.69, -0.12), $p < 0.01$] et les supplémentations de longue durée [-0.62 (95% IC: -1.05, -0.19), $p < 0.01$] sont associées avec une réduction significative de la VO_2 . À intensité intense, les doses élevées de nitrates [-0.53 (95% IC: -1.06, -0.01), $p=0.05$] et les supplémentations de courte durée [-0.30 (95% IC: -0.57, -0.04), $p = 0.02$] sont associées avec une diminution significative de la VO_2 .

Conclusion

La supplémentation en nitrates réduit la VO_2 au cours de l'exercice à intensité modérée et intense, principalement chez des sujets jeunes, sains, actifs et entraînés. Cet effet n'est pas significatif au cours de l'exercice à intensité sévère et lors d'effort maximaux, ce qui suggère une diminution de l'efficacité de la supplémentation en nitrates lorsque l'intensité de l'exercice augmente. Les résultats de cette méta-analyse ne permettent pas d'établir une modalité à privilégier pour les supplémentations en nitrates alimentaires. Dans le cas des populations pathologiques, la méta-analyse ne met pas en évidence d'effet significatif de la supplémentation en nitrates sur la VO_2 , mais ces résultats sont à relativiser en raison du nombre encore faible d'études sur ces populations.

Références

- Bailey, S.J., Fulford, J., Vanhatalo, A., Winyard, P.G., Blackwell, J.R., DiMenna, F.J., Wilkerson, D.P., Benjamin, N., & Jones, A.M. (2010). Dietary nitrate supplementation enhances muscle contractile efficiency during knee-extensor exercise in humans. *J Appl Physiol*, 109, 135–48.
- Gao, Y. (2010). The multiple actions of NO. *Eur J Physiol*, 459(6), 829–839.
- Larsen, F.J., Schiffer, T.A., Borniquel, S., Sahlin, K., Ekblom, B., Lundberg, J.O., & Weitzberg, E. (2011). Dietary inorganic nitrate improves mitochondrial efficiency in humans. *Cell Metab*, 13(2), 149-59.
- Lundberg, J.O., Weitzberg, E., & Gladwin, M.T. (2008). The nitrate–nitrite–nitric oxide pathway in physiology and therapeutics. *Nature Reviews*, 7(2), 156-167.
- Shepherd, A.I., Wilkerson, D.P., Dobson, L., Kelly, J., Winyard, P.G., Jones, A.M., Benjamin, N., Shore, A.C., & Gilchrist, M. (2015). The effect of dietary nitrate supplementation on the oxygen cost of cycling, walking performance and resting blood pressure in individuals with chronic obstructive pulmonary disease: A double blind placebo controlled, randomised control trial. *Nitric Oxide*.

To bridge or not to bridge the time gap : Pacing bimanual coordination with asynchronous audio-tactile events

Charlotte Roy¹, Simone Dalla Bella^{1,2,3} et Julien Lagarde¹

¹ Movement to Health (M2H), EuroMov, UFR STAPS, Université de Montpellier, ² Institut Universitaire de France (IUF), ³ International Laboratory for Brain, Music and Sound Research. charlotteroy1@gmail.com

Introduction

Le bénéfice multimodal requiert la synchronie temporelle des stimuli envoyés aux différentes modalités tactiles et auditives. La littérature montre que stimuler deux modalités au lieu d'une seule, sans intervalle temporel entre elles, permet d'améliorer les performances. Cette règle temporelle est effective même en l'absence de synchronie temporelle entre les modalités. En effet, il existe des délais au niveau physique, le son se propage dans l'air à 330 m/sec alors qu'il n'y a aucun délai physique pour la modalité tactile. D'autres délais de transmission et lors du traitement neuronal des signaux sont à noter, ces processus sont en général plus lents pour la modalité tactile par rapport à la modalité auditive. Certaines études montrent que respecter cette asynchronie temporelle entre les modalités permet de potentialiser l'effet de bénéfice multimodal dans des tâches de temps de réactions (Diederich & Colonius, 2004). La différence de temps de réaction entre les modalités tactiles et auditives a été calculée pour chaque participant. Quand les participants devaient réagir aux stimuli audio-tactiles avec cette différence temporelle, cette configuration des stimuli raccourcissait leurs temps de réactions.

Ainsi, nous nous demandons si ce phénomène pourrait être généralisé à des mouvements de coordination entre les membres, lors du couplage perception-action. Sachant que, les études en intégration multimodale rapporte un bénéfice limité pour cette catégorie de mouvement (Lagarde et al, 2012). Et d'autre part, lors de tâches de synchronisation sensori-motrice les stimuli auditifs ont tendance à attirer le mouvement plus que d'autres modalités (Repp & Penel, 2004). Nous nous attendons à ce que respecter la synchronie temporelle des modalités devrait avoir un effet positif sur les processus d'intégration multimodale. D'autre part, nous nous attendons à une influence de la dominance auditive sur les effets multimodaux.

Méthode

Pour tester ces hypothèses nous avons mis en place une tâche de coordination bimanuelle. Les participants devaient effectuer une coordination en anti-phase entre leurs index et synchroniser leurs flexions avec les stimuli. Il y avait deux conditions, la première était la condition unimodale dans laquelle nous présentions aux participants des stimuli auditifs seulement et dans l'autre essai les stimuli tactiles. La deuxième condition était la condition multimodale dans laquelle les participants devaient soit porter attention aux stimuli auditifs soit aux stimuli tactiles, avec neuf essais pour chacun. Pour ces conditions multimodales nous avons manipulé le délai entre les stimuli auditifs et tactiles. Il y avait neuf délais (i.e., SOA ; Stimuli Onset Asynchronies) présentés séparément pour chaque essai. Les délais étaient de : -160, -120, -80, -40, 0, 40, 80, 120 et 160 ms. On a enregistré les flexions des doigts des participants grâce à des goniomètres. Les participants étaient équipés de vibrateurs sur les hanches et d'écouteurs.

Résultats

Dans cette étude nous avons calculé trois variables. La première variable est la stabilité de coordination (Figure1), elle correspond à l'écart type de la différence temporelle entre les flexions des doigts. Les résultats n'indiquent aucun bénéfice multimodal pour cette variable. Quand l'attention est portée sur les stimuli auditifs il n'y a pas d'effet des délais temporels, mais quand l'attention est portée sur les stimuli tactiles les délais influencent la stabilité de la coordination. Le même pattern de résultat est rapporté pour la deuxième variable. Nous avons calculé l'écart type de la différence temporelle entre les flexions des doigts et les stimuli (Figure 2). Cette variable de

stabilité de la synchronisation montre elle aussi un effet des délais quand l'attention est portée sur les stimuli tactiles. Par contre cette variable rapporte un bénéfice multimodal pour les conditions où l'attention est portée sur les stimuli tactiles pour des délais de -40, 0, +40, +80 et +120 ms. Il est à noter que pour ces deux variables les conditions indiquant la plus grande stabilité sont celles où l'attention est portée sur les stimuli tactiles quand les stimuli tactiles précèdent les stimuli auditifs de +40 et de +80 ms. Enfin la dernière variable de précision a été calculée en moyennant les différences temporelles entre les stimuli et les flexions des doigts (Figure 3). Quand l'attention est portée sur les stimuli auditifs les résultats n'indiquent aucun effet des délais. Quand l'attention est portée sur les stimuli tactiles les délais ont un effet important. Pour les conditions où les stimuli auditifs sont avant, les participants se synchronisent avec les stimuli auditifs. Pour les conditions où les stimuli auditifs sont après les stimuli tactiles, les participants ne se synchronisent ni avec les stimuli tactiles, ni avec les stimuli auditifs. Les participants frappent encore après les stimuli

Stability of coordination between fingers
(SD of time difference between peaks of flexion)

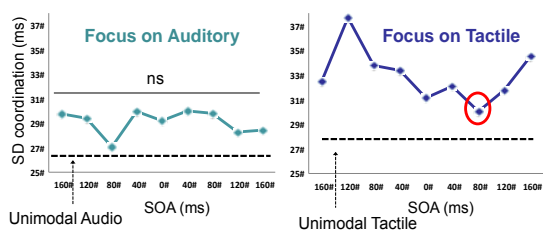


Fig.1. Stability of coordination between fingers
(SD of time difference between peaks of flexion)

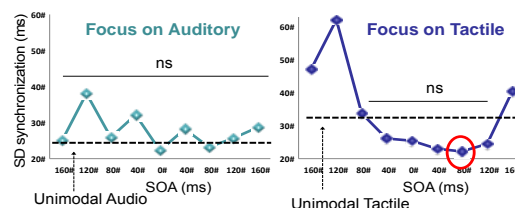


Fig.2. Stability of synchronization with stimuli
(SD of time difference between flexion and stimuli)

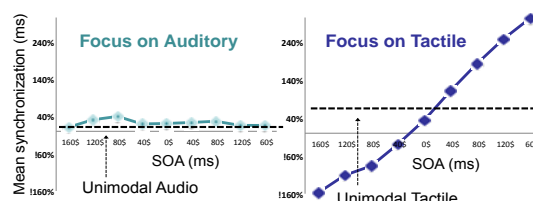


Figure 3. Accuracy of synchronization with stimuli
(Average of time difference between flexion and stimuli)

Conclusion

Pris ensemble ces résultats confirment nos deux hypothèses. D'une part, les résultats montrent un effet de dominance auditive dans une tâche de coordination entre les membres avec des stimuli audio-tactiles. Cette dominance auditive supprime les effets des délais temporels entre les modalités. D'autre part, les résultats indiquent un bénéfice multimodal et une plus grande stabilité pour les conditions où les délais temporels correspondent à l'asynchronie temporelle entre les modalités, à savoir quand les stimuli tactiles précèdent les stimuli auditifs de 40 ou de 80 ms. Un résultat non attendu pose encore des questions quant au phénomène d'intégration multimodale et/ou perceptivo-moteur sous jacent. En effet les conditions rapportant cette plus grande stabilité comportementale et un bénéfice multimodal, sont celles où les participants ne se synchronisent ni avec les stimuli tactiles ni avec les stimuli auditifs.

Références

- Diederich & Colonius (2004). Bimodal and trimodal multisensory enhancement: Effects of stimulus onset and intensity on reaction time. *Perception and Psychophysics* **66**(8): 1388-1404.
- Lagarde, Zelic & Mottet (2012). Segregated audio-tactile events destabilize the bimanual coordination of distinct rhythm. *Experimental Brain Research*, DOI 10.1007/s021-012-3103-y.
- Repp & Penel (2004). Rhythmic movement is attracted more strongly to auditory than to visual rhythm

Figure
(SD of t

La catégorisation de sexe : une dynamique d'attracteurs ?

François Ruchaud¹ et Christophe Gernigon²

¹Laboratoire « CeRSM » (EA 2931), Université Paris-Ouest Nanterre La Défense

²Laboratoire « Epsilon » (EA 4556), Université de Montpellier

francois.ruchaud@u-paris10.fr

Introduction

Le processus de catégorisation de sexe est un processus complexe au sein duquel les influences descendantes (e.g., stéréotypes) et ascendantes (e.g., indices perceptifs) vont interagir pour déterminer la catégorisation finale. L'approche dynamique et interactive de la construction des autres (Freeman & Ambady, 2011) a mis en évidence l'existence d'activation parallèle de catégories alternatives durant le processus de catégorisation, incitant à assimiler les catégories perceptives « Homme » et « Femme » à deux attracteurs – i.e., états vers lesquels le comportement d'un système dynamique converge et se stabilise – plus ou moins conflictuels. Si tel est le cas, toute catégorie adoptée devrait résister à la perturbation externe et toute transition d'une catégorie à l'autre devrait être marquée par un phénomène d'hystérésis (i.e., retard de la transition d'un attracteur vers un autre sous l'effet de perturbations croissantes et décroissantes graduelles). L'objectif de cette étude est de tester cette hypothèse d'hystérésis en termes de résistance au changement de catégorisation, et par là-même la pertinence d'assimiler le processus de catégorisation de sexe au fonctionnement d'un système dynamique.

Méthode

Vingt neuf étudiants/es et jeunes adultes (12 hommes, 17 femmes, $M_{\text{âge}} = 29.27$, $ET = 7.08$) ont participé à cette étude sur la base du volontariat. Ils/elles devaient indiquer le plus rapidement possible, en pressant l'une des deux touches de réponse possible d'un clavier d'ordinateur, si la cible apparaissant à l'écran était « un homme » ou « une femme ». Au total, 9 séries de 21 cibles représentant des silhouettes humaines dont on faisait varier la largeur de la taille et des hanches étaient présentées. Au sein d'une même série, à l'instar de la méthode employée par Tuller, Case, Ding et Kelso (1994) dans le domaine de la catégorisation acoustique, le ratio taille-hanche (Johnson & Tassinary, 2007) variait de 0.5 (une forme en sablier) à 0.9 (une forme tubulaire) soit de manière aléatoire, soit graduellement de manière croissante (séries ascendantes), soit graduellement de manière décroissante (séries descendantes).

Après avoir réorganisé les données des conditions aléatoires, nous avons calculé pour chaque participant et pour chaque type de série la moyenne des ratios taille-hanche pour lesquels un changement de catégorisation était enregistré. A titre d'illustration, le tableau 1 présente l'application de cette méthode aux séries aléatoires du participant 4, pour lesquelles on observe 5 transitions à des ratios taille-hanche dont la moyenne se situe à 0.70.

Tableau 1. Réponses pour les séries aléatoires du participant 4.

	.50	.52	.54	.56	.58	.60	.62	.64	.66	.68	.70	.72	.74	.76	.78	.80	.82	.84	.86	.88	.90
A11	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	H	H	H	H	H	H	H	H	H
A12	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
A13	F	F	F	F	F	F	F	H	H	F	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H

Note. H : Homme ; F : Femme ; A11, A12 et A13 : séries aléatoires 1, 2 et 3, respectivement ; les cases en gras signalent les ratios taille-hanche où des changements de catégorisation ont été enregistrés.

Résultats

Une ANOVA 2×3 (sexe du participant \times type de série : ascendant vs descendant vs aléatoire) réalisée sur les points moyens de transition a mis en évidence un effet principal significatif du sexe

du participant $F(1, 81) = 9.79, p < .01, \eta^2 = .19$, les points moyens de transition apparaissant plus élevés chez les femmes ($M = 11.36$) que chez les hommes ($M = 10.31$). L'ANOVA a également révélé un effet du type de série, $F(2, 81) = 3.44, p < .05, \eta^2 = .07$. Comme l'illustre la figure 1, les tests de Scheffé subséquents ont montré que les points de transition moyens des séries ascendantes ($M = 10.50$) étaient significativement inférieurs ($p < .05$) aux points de transition des séries descendantes ($M = 11.57$). Aucun effet d'interaction significatif sexe du participant \times type de série n'a été observé ($p > .05$).

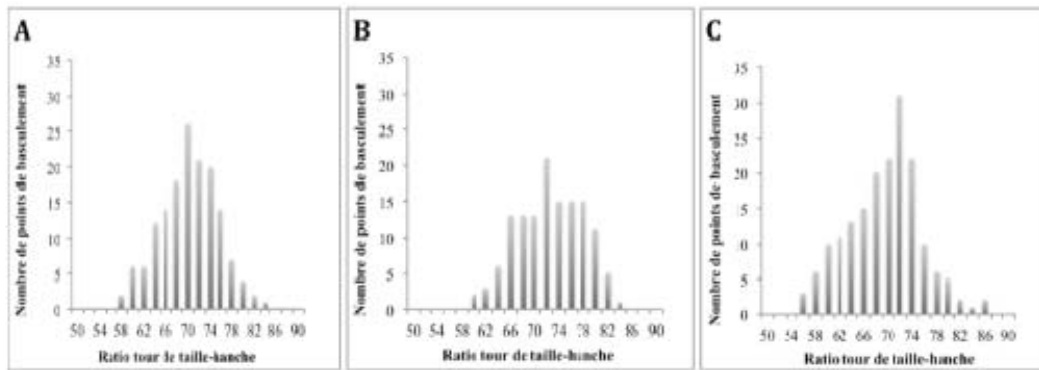


Figure 1. Distribution des points moyens de transition selon les différentes conditions. Graphique A « condition ascendante », graphique B « condition descendante » et graphique C « condition aléatoire ».

Conclusion

Les présents résultats montrent que les points moyens de transition des séries ascendantes sont inférieurs aux points moyens des séries descendantes. Contrairement à notre hypothèse d'hystérésis, ces résultats mettent donc en évidence un patron d'hystérésis négative, c'est-à-dire de transitions anticipées plutôt que retardées. Une interprétation possible pourrait venir des nombreuses connaissances stéréotypées des individus sur les catégories de sexe (Fiske, 1998). Ainsi, dès que la silhouette ne correspondrait plus parfaitement aux stéréotypes culturels, le participant aurait tendance à marquer une transition.

Références

- Fiske, S. T. (1998). Stereotyping, prejudice, and discrimination. In D.T. Gilbert, S. T. Fiske, & G. Lindzey (Eds.), *The handbook of social psychology* (4th ed., pp. 357-411). New York, NY: McGraw-Hill.
- Freeman, J. B., & Ambady, N. (2011). A dynamic interactive theory of person construal. *Psychological Review, 118*(2), 247-279.
- Johnson, K. L., & Tassinary, L. G. (2007). Compatibility of basic social perceptions determines perceived attractiveness. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 104*(12), 5246-5251.
- Tuller, B., Case, P., Ding, M., & Kelso, J. A. S. (1994). The nonlinear dynamics of speech categorization. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 20*(1), 3-16.

L'efficacité du massage comme technique de réactivation du système sensorimoteur chez des patients âgés hospitalisés

Thomas Rulleau^{1,2} et Lucette Toussaint¹

¹ Centre de Recherches sur le Cognition et l'Apprentissage, UMR-CNRS 7295 Université de Poitiers.

² Centre Hospitalier Loire-Vendée-Océan, Challans
thomas.rulleau@univ-poitiers.fr

Introduction

Le massage consiste à mobiliser les tissus dans le but d'apporter des améliorations en matière de santé comme l'amélioration de l'équilibre du sujet âgé (Vaillant et al., 2008). Cette technique active les structures corticales impliquées dans la conscience de soi et le niveau d'éveil du patient (Sliz, Smith, Wiebking, Northoff, & Hayley, 2012). Peu de données existent sur l'activation possible du système sensorimoteur à la suite d'un massage (Lund, Henriksen, Bartels, Danneskiold-Samsøe, & Bliddal, 2009), malgré un modèle d'action reposant sur l'activation périphérique de récepteurs sensitifs (Vaillant et al., 2008). L'objectif de ce travail est de déterminer les effets du massage spécifiquement sur l'activation des processus sensorimoteurs, évalués au moyen d'une tâche de Rotation Mentale (RM) de stimuli corporels (voir pour procédure similaire Meugnot, Almecija, & Toussaint, 2014 et Hoyek, Collet, & Guillot, 2010 pour une revue). Les tâches de RM consistaient à identifier si une image présentée à l'écran correspond à un pied droit ou gauche (RMpied), puis au chiffre 2 ou à son image miroir (RMdeux). Ces images étaient présentées selon différents angles de rotation dans le plan frontal (0°, 40°, 80°, 120° en sens horaire et anti-horaire). L'exactitude (%) et les temps de réponse (TR) ont été enregistrés. Les effets du massage sont examinés immédiatement après la séance, puis 24h plus tard pour en déterminer la persistance. Pour s'assurer des effets spécifiques du massage sur les processus sensorimoteurs, une tâche de RM de stimuli non-corporels est utilisée comme tâche contrôle. Deux expériences sont présentées pour investiguer l'effet du massage sur le système sensorimoteur (Expérience1) et l'importance d'étendre les zones de massage (Expérience2).

Expérience 1.

Méthode - Résultats - Discussion

32 patients hospitalisés en gériatrie (78±8 ans) ont participé à cette étude, dont la moitié a reçu une séance de massage (pressions modérées (7.30 min par pied), l'autre moitié constituant le groupe contrôle (discussion de 15min). Des tâches de RM ont été réalisées avant (pré-test) et après (post-test immédiat et 24h) le massage. La passation des tests s'est faite de façon similaire dans le groupe contrôle. Des ANOVAs ont été réalisées sur les variables avec le Test (pré-, post-tests immédiat et 24h) et la Rotation (0°, 40°, 80°, 120°) comme facteurs intra-sujets, et le Groupe (massage vs. contrôle) comme facteur inter-sujets.

Tâche RMpied: l'analyse du TR révèle une interaction significative Test x Groupe [F(2,60)=3.59, p=.034], avec une amélioration significative du pré-test aux post-test (ps<.01, [Figure 1](#)) pour le groupe massage uniquement, sans différence entre les post-tests immédiats et 24h (p>.62). L'exactitude des réponses (92±6%) ne varie pas en fonction du Groupe [F(2,60)=1.01, p>.37].

Tâche RMdeux: pas d'effet significatif sur l'exactitude des réponses (91±4%) et sur les TR (1268±190ms).

Ces résultats montrent que le massage active spécifiquement les processus sensorimoteurs (RMpied), et que cette activation persiste durant 24h.

Expérience 2.

Méthode - Résultats - Discussion

20 patients hospitalisés en gériatrie (77±9 ans) ont participé à cette étude. Un groupe a reçu une

séance de massage à pressions modérées localisées sur le pied droit (10min), l'autre groupe a reçu un massage sur le pied (5 min) et sur le genou (5min) droits. Des ANOVAs ont été réalisées sur l'exactitude (%) et les temps de réponse avec le Test (pré-, post-tests immédiat et 24h), le pied (gauche, droit) et la Rotation (0°, 40°, 80°, 120°) comme facteurs intra-sujets et le Groupe (Pied vs. Genou-Pied) comme facteur inter-sujets.

Tâche RM_{pied}: L'analyse des TR révèle une interaction Test x Groupe [$F(2,34)=9,51, p<.0005$], avec une amélioration significative entre le pré-test et le post-test immédiat pour les deux groupes ($ps<.005$, [Figure 2](#)), mais une détérioration 24 heures plus tard dans le groupe ayant reçu un massage sur le pied uniquement. Aucune différence entre les groupes n'apparaît sur l'exactitude des réponses ($92\pm 6\%$).

Tâche RMdeux: l'exactitude ($89\pm 6\%$) et les TR ($1231\pm 242ms$) ne varient pas, quel que soit le groupe.

L'expérience 2 confirme l'activation du système sensorimoteur à partir du massage comme rapportée précédemment (expérience 1). Cependant, cette expérience montre que l'effet bénéfique du massage d'un seul pied n'est que temporaire, et que le massage d'une zone plus étendue permet l'activation du système sensorimoteur sur une période de 24h. Cette deuxième expérience illustre également le transfert d'un membre à l'autre des effets positifs du massage sur l'activation du système sensorimoteur, tel que suggéré par la similitude des performances lors de la reconnaissance des images de pieds droit et gauche.

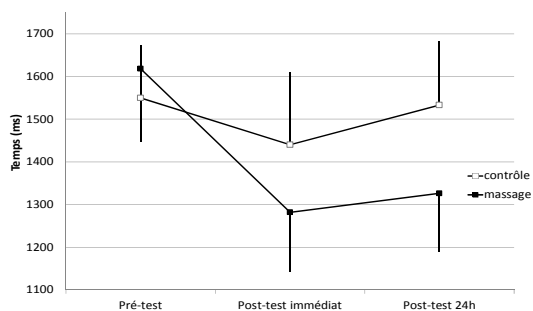


Figure 1. Massage (2 pieds) et rotation mentale de stimuli corporels

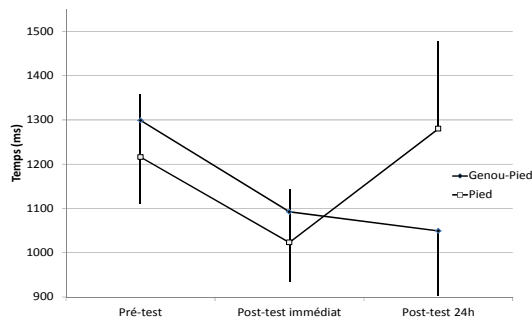


Figure 1. Massage (Pieds vs. pied-genou) et rotation mentale de stimuli corporels

Conclusion

L'activation des récepteurs sensitifs produite par le massage peut favoriser le fonctionnement du système sensorimoteur sur une période de 24h. Ce résultat souligne l'intérêt que pourrait avoir les thérapies par le massage dans la prise en charge gériatrique, notamment lors de programmes de prévention de la chute ou de rééducation de l'autonomie. De plus, l'activation bilatérale observée dans l'expérience 2 met en évidence la possibilité de massages sur un seul côté du corps en cas de contre-indications (port d'orthèses, douleurs au toucher, etc.).

Références

- Hoyek, N., Collet, C., & Guillot, A. (2010). Représentation mentale et processus moteur : le cas de la rotation mentale. *Movement & Sport Sciences*, n° 71(3), 29-39.
- Lund, H., Henriksen, M., Bartels, E. M., Danneskiold-Samsøe, B., & Bliddal, H. (2009). Can stimulating massage improve joint repositioning error in patients with knee osteoarthritis? *Journal of Geriatric Physical Therapy* (2001), 32(3), 111-116.
- Meugnot, A., Almecija, Y., & Toussaint, L. (2014). The embodied nature of motor imagery processes highlighted by short-term limb immobilization. *Exp Psychol*, 61, 180-6.
- Sliz, D., Smith, A., Wiebking, C., Northoff, G., & Hayley, S. (2012). Neural correlates of a single-session massage treatment. *Brain Imaging and Behavior*, 6(1), 77-87.
- Vaillant, J., Vuillerme, N., Janvey, A., Louis, F., Braujou, R., Juvin, R., & Nougier, V. (2008). Effect of manipulation of the feet and ankles on postural control in elderly adults. *Brain research bulletin*, 75(1), 18-22.

Stepping under the influence of visual flow in newborns

Kim Siekerman¹, Caroline Teulier², David Anderson³ et Marianne Barbu-Roth⁴

¹ PESS department, University of Limerick, Ireland

² Laboratoire CIAMS, UFR STAPS, Université Paris-Sud, France

³ Department of San Francisco State University, Berkeley CA, USA

⁴ Laboratoire de Psychologie de la Perception, Université Paris Descartes,

kim.siekerman@ul.ie

Introduction

Visuo-motor coupling is essential for humans to adapt to their environment. In fact importance of optical flow for regulation of adult locomotion is well known (Gibson, 1979; Warren, 1998). This coupling, in a rudimentary shape, has been found in neonates while stepping in the air (Barbu-Roth et al., 2009). By two months of age, healthy infants held on a treadmill covered by a patterned belt providing an optic flow showed an increase in steps frequency when looking at the flow (Moerchen and Saeed, 2012). This study suggests that the visuotactile calibration afforded by this specific treadmill increased the visuomotor coupling, even in prelocomotor infant. Recently, newborns have demonstrated their abilities to step on a small motorized treadmill (Siekerman et al., 2015). But it is unclear if at birth, infants will have the ability to increase their visuomotor coupling while proprioceptive informations created by the moving treadmill are added to the visual information. To address this question, this study tested three days old infants supported on a small motorized treadmill, with various optic flows.

Method

Twenty healthy three days old infants participated in the study. They were supported on an infant-sized treadmill for four trials of 60 seconds. The treadmill speed was set at 13 cm.s⁻¹ for all trials. To obtain a large and uniform optic flow, the treadmill belt was covered by a white belt and embedded on a white table. A projector sent a visual flow, by the mean of black dots randomly distributed on a white surface and generated by a Matlab program. In condition 1, the projector only sent a grey color (no visual flow). In condition 2, the dots were moving in random directions without specifying any direction (random). In condition 3, the dots were moving at the same speed and direction than the treadmill, specifying forward motion (Congruent). Finally in condition 4, the dots were moving faster than the treadmill (Fast). Infant behavior was recorded by two HD cameras, as well as by a Qualysis 3D motion system (data not reported here). The video, recorded at 120Hz were used to code infant motion. Movements were categorized either as steps (when a clear stepping pattern was seen with a forward foot displacement) or as pump (when movement was only characterized by a flexion and extension on the vertical plane). Finally the time that babies spent crying and non-crying was also recorded as it is known to play an important role in the newborn behavior. Reliability of the coding process was assessed using a coder reliability test. As often in infants, data were not normally distributed for movement data, hence Friedman test were used to assess difference between conditions. For the crying and non crying data, a t-test was used.

Results

The main results are presented in Table 1. When looking at leg movements, the median number of Steps per second ranged from 0.248 steps per second in the Fast condition to 0.411 steps per second in the No Visual Flow condition, showing no significant differences between conditions ($p = 0.724$). A significant difference was found in the Pump per second category ($p=0.021$), with *post hoc* (Wilcoxon Signed-rank) highlighting that more Pumps were taken in the No Visual Flow condition than in the Fast condition ($p = 0.023$).

A Repeated Measures ANOVA showed no significant differences for mean arousal level between

conditions ($p = 0.815$). There were no significant differences in the mean number Steps per second ($p = 0.469$) for trial order (e.g. first, second, third or fourth). Therefore, there was no evidence for fatigue effects in this study.

Table 1: Descriptive and Inferential Statistics for Parameters Measured in the No Visual Flow, Random, Congruent and Fast Visual Flow Conditions and When Infants Were Crying or Not Crying

Parameter	Visual Flow Condition								
	χ^2	<i>n</i>	<i>P</i> -value	No Flow	Visual	Random	Congruent	Fast	
Leg Movements (Medians)	Step (sec^{-1})	1.320	20	0.724	0.411		0.310	0.397	0.248
	Pump (sec^{-1})	9.742	20	0.021 ^(*)	0.096		0.090	0.079	0.048
	Step (%)	5.833	20	0.120	78.08		74.54	84.79	85.71

Conclusion

Results show that infants do not seem to be able to take into account this visual information while their proprioceptive system is already stimulated by the informations given by the treadmill. In fact, there is a clear degradation in the amount of leg movement when the visual flow is faster than the treadmill (significant for the pumps and a slight reduction for steps). Those differences cannot be attributed to a fatigue effect or to a change in arousal. Hence if newborns are able to increase leg movements in the air with optic flow stimulating forward movements (Barbu-Roth et al., 2009), they do not seem to increase their visuomotor coupling when others extra sensori-stimulation (ie, proprioception and tactile informations given by the treadmill) are added, in the contrary of older infants (Moerchen and Seead, 2012). Those data are important to try to understand the development of multi-sensori integration which is necessary to develop efficient early therapy targeting motor development.

References

- Barbu-Roth M, Anderson DI, Desprès A, Provasi J, Cabrol D, Campos JJ. (2009). Neonatal stepping in relation to terrestrial optic flow, *Child Development*, 80 (1), 8-14.
- Gibson JJ.(1979)The ecological approach to visual perception.Boston: Houghton Mifflin.
- Moerchen VA, Saeed ME. (2012). Infant visual attention and step responsiveness to optic flow during treadmill stepping. *Infant Behavioral Development*, 35 (4), 711-718.
- Pantall A, Teulier C, Smith BA, Moerchen V, Ulrich BD. (2011).Impact of enhanced sensory input on treadmill step frequency: infants born with myelomeningocele. *Pediatric Physical Therapy*, 23 (1), 42-52.
- Siekerman K, Barbu-Roth M, Anderson DI, Donnelly A, Goffinet F, Teulier C.(2015). Treadmill stimulation improves newborn stepping, *Developmental Psychobiology*, 57(2):247-54.
- Warren WH., Jr. (1998) Visually controlled locomotion: 40 years later. *Ecological Psychology*, 10,177–219.

Nouveau système pour l'évaluation de la performance en natation : relation entre le roulis du corps et les fluctuations de vitesse du bassin

David Simbaña Escobar ^{1,2}, Ludovic Seifert ² et Philippe Hellard ¹

¹ Département de la Recherche, Fédération Française de Natation, Pantin, France

² Centre d'Etudes des Transformations des Activités Physiques et Sportives, EA-3832, Faculté des Sciences du Sport, Université de Rouen, France

david.simbana@ffnatation.fr

Introduction

A ce jour, des études montrent que les fluctuations de vitesse du bassin sont importantes dans les trois dimensions, sans pour autant être capable d'expliquer de façon unanime leur impact sur la vitesse de nage. De la même manière, les études de Yanai (2003) montrent que l'augmentation de fréquence gestuelle et/ou vitesse de nage est accompagnée d'une diminution du roulis sans explorer la relation à la performance et aux fluctuations de vitesse du bassin. Par ailleurs, ces études sont basées sur un dispositif multi-caméras permettant des analyses 3D sur peu de cycles qui montrent une portée limitée pour l'analyse de la variabilité du comportement et de la performance sur 25m (Psycharakis, 2008). Le but de notre étude est de proposer un nouvel outil (i.e., une centrale inertielle) permettant d'évaluer les fluctuations de vitesse 3D du bassin et le roulis, en relation avec la vitesse de nage. Au préalable, nous proposons de comparer cette centrale inertielle à un système vidéo pour pouvoir le valider.

Méthode

Un nageur de niveau national (53s au 100m nage libre) a réalisé un test de 4* 25 m à des fréquences de nage aléatoires allant de 41 à 66 cycles.min⁻¹ avec 4 min de récupération. Le nageur était équipé d'une centrale inertielle (CIREN) couplant un accéléromètre 3D, un gyroscope 3D et un magnétomètre 3D placé au niveau des lombaires. Un système de 8 caméras (4 aériennes et 4 sous-marines) a été utilisé pour faire de la reconstruction 3D du centre de masse du nageur. La comparaison des deux systèmes s'est faite sur la base d'un cycle et demi par passage, pour lesquels les analyses statistiques suivantes ont été réalisées sur les différents paramètres de la performance, fluctuations de vitesse et roulis: i) Bland et Altman (Hopkins, 2004) et corrélation, ii) Root Mean Square (RMS), iii) index normalisé de variabilité par paires nPVI (Sandnes & Jian 2004).

Résultats et Discussion

La centrale inertielle donne un profil de vitesse lors de la phase de nage avec un biais de 0.02 m.s⁻¹ avec une limite supérieure de 0.57 m.s⁻¹ et une limite inférieure de -0.53 m.s⁻¹ (p=0.18) (Figure 1).

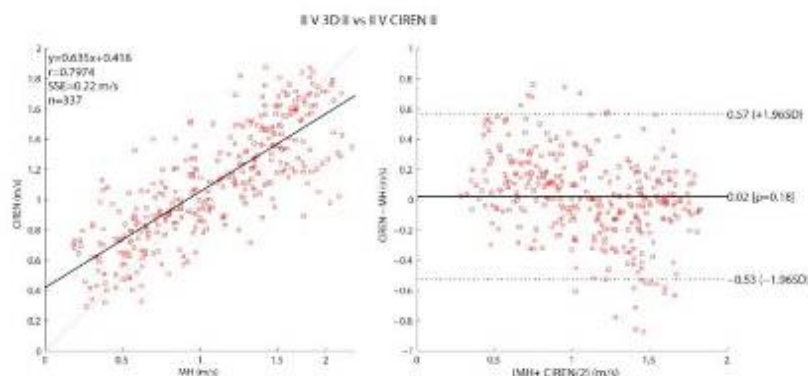


Figure 1. Diagramme Bland et Altman de la norme de vitesse analysée par le système multi-caméras et la centrale inertielle.

Le diagramme Bland et Altman nous montre que 95% des limites d'agrément sont inférieures à 0.57 m.s⁻¹ entre les deux systèmes avec une RMS= 0.55 m.s⁻¹. Le coefficient de corrélation (r) est de 0.79, et finalement le nPVI est de 4.49% entre la vitesse donnée par les deux systèmes. Pour le

roulis, le biais est de 1.8° avec une limite supérieure de 3.9° et une limite inférieure de -7.4° ($p < 0.001$), avec une $RMS = 5.4^\circ$ et une corrélation de 0.95 entre le roulis obtenu par les deux systèmes est de mesure. Le test t-Test apparié nous montre qu'il n'y a pas de biais ($0.02 > p > 0.05$) pour la vitesse et un faible biais ($1.8^\circ > p < 0.001$) pour le roulis entre les deux systèmes de mesures.

Exemple de possibilité d'utilisation du nouveau système dans la Figure 2. En haut nous présentons le roulis (rotation du bassin autour de l'axe y) entre -1 et 1 qui correspond à la rotation maximale droite et inversement. En bas la vitesse du nageur dans l'axe de déplacement présente deux pics de vitesse de même forme (indiquant une courbe bi-modale). Les pics maximaux surviennent lorsque le roulis du bassin est nul, donc lorsque le corps est à plat.

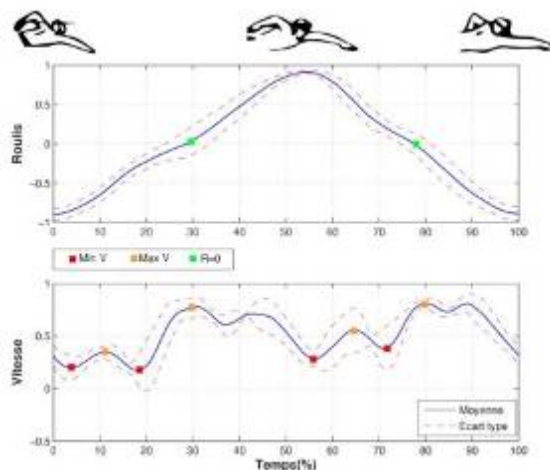


Figure 2. Pattern moyen du roulis autour de l'axe de déplacement et vitesse dans l'axe de déplacement (y) en valeur normalisées et en fonction du pourcentage du cycle de nage.

Conclusion

La centrale inertielle semble donner des valeurs acceptables, mais il sera nécessaire de confirmer ces tendances de résultats avec un échantillon plus important (augmentation du nombre de cycles analysés et du nombre de participants sollicités). De la même manière, l'étude des relations entre les variations de vitesse et le roulis du bassin indique un plus grand pic de vitesse quand le nageur est en position hydrodynamique (à plat sur l'eau). Dans de futures recherches, cette analyse nécessiterait d'être couplée avec les phases du cycle de bras. Afin d'étudier l'évolution de la vitesse instantanée lors des phases sous aquatique (glisse, poussée, traction) du cycle de nage.

Au final, cette étude exploratoire ouvre des perspectives méthodologiques intéressantes pour valider la centrale inertielle à partir d'une large population et surtout pour analyser les relations entre les rotations et translations du bassin et leurs impacts sur la performance.

Références

- Hopkins, W.G. (2004). Bias in Bland-Altman but not regression validity analyses. *Sport Science* 8, 42–46
- Psycharakis, S. G., Naemi, R., Connaboy, C., McCabe, C., & Sanders, R. H. (2010). Three-dimensional analysis of intracycle velocity fluctuations in frontcrawl swimming. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 20(1), 128–135.
- Sandnes, F.E., Jian, H.L. (2004). Pair-wise variability index: Evaluating the cognitive difficulty of using mobile text entry systems. *In Proceedings of Mobile HCI, Glasgow, UK, 13–16 September 2004*, 347–350.
- Yanai, T. (2003). Stroke frequency in front crawl: its mechanical link to the fluid forces required in non-propulsive directions. *Journal of Biomechanics*, 36(1), 53–62.

Évaluation de l'efficacité d'une boisson de récupération complexe sur la performance physique et les marqueurs de dommages musculaires à la suite d'un exercice de type pliométrique

Pascal Sirvent¹, Julien Raoux², Maxime Bargetto¹, Kevin Caillaud¹, Gaël Ennequin¹, Pascal Edouard³ et Fabien Andrieux²

¹ Université Clermont Auvergne, Université Blaise Pascal, EA 3533, Laboratoire AME2P

² Oxsitis®, Clermont-Ferrand

³ Laboratoire de Physiologie de l'Exercice (LPE), EA 4338.

pascal.sirvent@univ-bpclermont.fr

Introduction

La réalisation de contractions musculaires de type excentrique ou pliométrique, est reconnue pour favoriser dans les jours suivant la réalisation de l'exercice la survenue de courbatures, douleurs musculaires retardées dans le temps aussi appelées DOMS (Delayed Onset Muscle Soreness). Ces douleurs sont associées à des dommages musculaires ultra-structuraux et conduisent à une diminution transitoire des performances physiques (*Cheung et al., 2003*). Différentes stratégies nutritionnelles ont été proposées pour limiter ces phénomènes délétères et certaines boissons commerciales complexes dites « de récupération » prétendent favoriser la récupération musculaire et diminuer la durée ou l'impact de ces courbatures. L'objectif de la présente étude, réalisée en double aveugle, est d'évaluer l'impact d'une boisson de récupération commerciale complexe, *en comparaison à un placebo présentant le même aspect et un goût similaire, sur les douleurs et un marqueur biologique de dommages musculaires (créatine kinase), ainsi que sur la performance physique, en récupération d'un exercice musculaire induisant des courbatures.*

Méthodologie

19 sujets sportifs de sexe masculin ont réalisé un exercice musculaire induisant des courbatures (exercices de sauts de type pliométrique et sauts en contrebas de type excentrique), puis immédiatement consommé une boisson de récupération commerciale complexe (REC, n=9) ou un placebo d'un goût et d'un aspect similaires mais dépourvu d'ingrédients actifs (PLA, n=10). La boisson de récupération comprenait notamment des glucides, des protéines, du β -hydroxy β -méthylbutyrate, des extraits de thé vert et de Ginseng, des vitamines et des sels minéraux. *Avant la réalisation des contractions musculaires induisant des courbatures, puis 24h, 48h et 72h après cet exercice, les douleurs musculaires (par échelle visuelle analogique), un marqueur biologique de dommages musculaires (créatine kinase), ainsi que certains indices de la performance physique étaient mesurés. La performance physique était évaluée par le temps sur un sprint de 20m mesuré avec des cellules photo-électriques (Witty, Microgate®), et par la détente verticale (Test de CMJ, Counter Movement Jump) mesurée avec un système de détection optique (Optojump, Microgate®).*

Résultats

La consommation de la boisson de récupération a conduit à une diminution significative de la sensation de douleurs musculaires 48h et 72h après la réalisation de l'exercice en comparaison à la condition placebo (Figure 1). De plus, une amélioration de la performance en détente verticale suite à la prise de boisson était également observée après 24h de récupération, comparativement au placebo (Figure 2). En revanche, aucune différence significative n'était observée entre les conditions REC et PLA concernant l'évolution de la créatine kinase (marqueur biologique de dommages musculaires) et le temps mis pour effectuer le sprint sur 20m dans les jours suivant la réalisation de l'exercice musculaire induisant les courbatures.

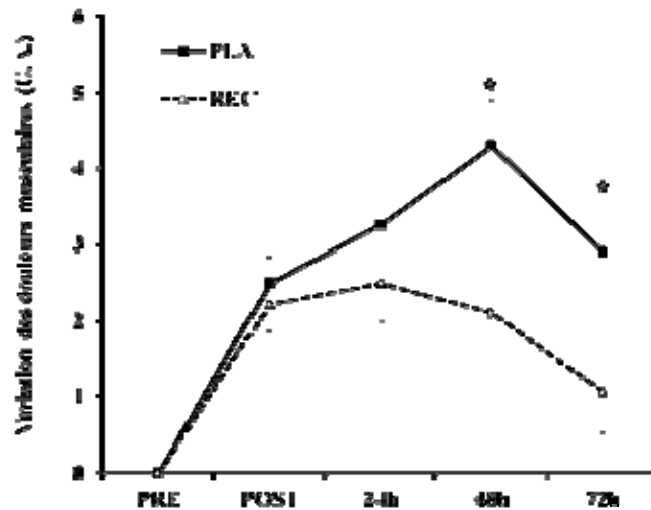


Figure 1. Variation des douleurs musculaires (évaluées sur une échelle visuelle analogique) PRE (immédiatement avant), POST (immédiatement après), et 24h, 48h et 72h suite à la réalisation d'un exercice musculaire induisant des courbatures. PLA : Placebo (n=10). REC : Boisson de récupération (n=9). * : Différence significative entre PLA et REC (p<0,05).

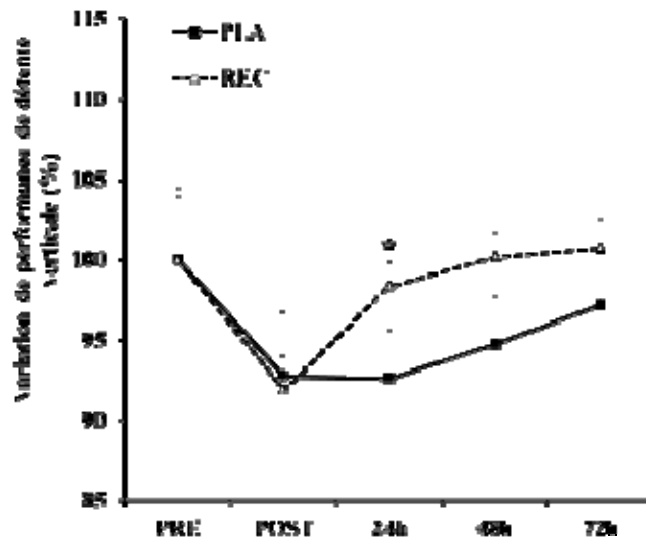


Figure 2. Variation de la performance en détente verticale (Test de CMJ, Système de mesure optique, Optojump®) PRE (immédiatement avant), POST (immédiatement après), et 24h, 48h et 72h suite à la réalisation d'un exercice musculaire induisant des courbatures. PLA : Placebo (n=10).

REC : Boisson de récupération (n=9). * : Différence significative entre PLA et REC (p<0,05).

Conclusion

La prise d'une boisson de récupération complexe comprenant notamment des glucides, des protéines et des extraits végétaux, diminue la sensation de douleurs musculaires et améliore la performance de type détente verticale dans les jours suivant la réalisation d'un exercice musculaire pliométrique et excentrique induisant des courbatures, en comparaison à un placebo.

Références

Cheung, K., Hume, P. & Maxwell, L. (2003). Delayed onset muscle soreness: treatment strategies and performance factors. *Sports Medicine* 33(2), 145-64.

Relation entre habilité, estime de soi et attitudes familiales vers le sport chez les jeunes footballeurs

Sadek Smail¹, Cherif Mustapha Bourenane² et Mourad Sahraoui³

¹ ISTAPS, Université de Khemis Miliana.

² IEPS, Université Alger -

³ ISTAPS Université Djilali Bounaama, Khemis-Miliana,
smailsadek@yahoo.fr

Introduction

L'estime de soi est un paramètre psychologique majeur dans la vie de l'être humain. C'est la façon dont une personne se perçoit. Elle englobe des sentiments tels que la confiance en soi, l'acceptation de soi, la compétence et l'aptitude.

En psychologie du sport, de nombreux chercheurs s'intéressent souvent au lien entre l'estime de soi et les notions qu'ils étudient tel que la bonne santé, l'adhésion à la pratique d'une activité physique et les habiletés physiques.

Cette relation a fait l'objet de nombreuses études particulièrement celle de l'estime de soi et la performance mais les avis divergent sur l'ordre causal de ces deux facteurs. Certains considèrent que l'estime de soi est un déterminant majeur de la performance. En revanche, d'autres laissent entendre que l'estime de soi est principalement une conséquence de la performance.

Cependant, il y a un troisième avis qui plaide pour l'existence d'un compromis plus réaliste sous la forme du modèle des effets réciproques selon lequel l'estime de soi influe sur l'accomplissement futur et l'accomplissement influe sur l'estime de soi future (Famose, 1990).

L'enjeu de notre recherche est de vérifier la validité de tous ces avis chez le jeune footballeur et mettre en évidence la relation entre l'estime de soi, l'habileté motrice et les attitudes familiales vers le sport. Cette étude s'appuie sur la théorie sociocognitive de Bandura (1986) qui suggère que l'estime de soi était partiellement conditionnée par « l'adéquation du comportement d'un individu avec ses critères personnels en terme de mérite » et se forme via ses interprétations de l'expérience vécue au sein de son environnement avec tous ces facteurs.

Pour cela, nous essayons de répondre aux trois questions suivantes : faut-il être habile pour avoir une estime de soi positive ? Ou bien est-ce que l'estime de soi est une exigence pour l'habileté ? Et est-ce que les facteurs externes tels que les attitudes familiales vers le sport ont un effet dans cette relation ?

Méthode

Participants: L'étude a été réalisée sur 145 jeunes footballeurs âgés de 15 à 17 ans (avec une moyenne de 15.89 ans) qui évoluent dans le championnat Algérien de football (national une, catégorie junior)

Procédures et taches: Pour établir le lien entre l'habileté motrice, l'estime de soi et l'intérêt familial pour le sport, les participants ont passé toute une batterie de tests techniques de football (batterie de Wanderhof) sur le terrain pour évaluer leurs habiletés motrices. Ils ont également répondu au test de Tennessee d'estime de soi (T.S.C.S) dans sa version arabe d'après Allaoui & Redouan (1987) ainsi qu'au questionnaire élaboré par notre équipe de recherche, destiné à mesurer le niveau des attitudes de leurs familles vers le sport. Ce questionnaire, composé de quatre paramètres : vécu sportif des parents, la pratique actuelle d'activités sportives par les membres de la famille et l'intérêt matériel pour le sport (existence d'équipements sportifs à la maison) et le suivi médiatique des événements sportifs nationaux et internationaux. L'étude statistique était basée sur le calcul des valeurs du test student « t » pour répondre aux deux premières questions après avoir défini deux niveaux distincts séparés par une moyenne arithmétique théorique pour chaque tests (T.S.C.S et batterie de wanderhof). Pour la troisième question nous avons utilisé le coefficient de corrélation multiple pour vérifier la corrélation entre les trois variables.

Résultats et interprétation

Tableau 1 : valeur « t » de l'estime de soi entre les deux niveaux de l'habileté des footballeurs

Habileté motrice	Estime de soi				t	sig
	n	Σ	\bar{X}	S		
Niveau bon	125	46570	372.56	6.66	4.26	0.01
Niveau moins bon	20	2718	135.9	1.85		

Tableau 02 : valeur « t » de l'habileté entre les deux niveaux de l'estime de soi des footballeurs

Estime de soi	Habileté motrice				t	sig
	n	Σ	\bar{X}	S		
Niveau bon	97	5630	58.04	4.87	2.326	0.01
Niveau moins bon	48	1623	33.81	3.85		

Tableau 03 : corrélation multiple entre habileté, estime de soi et intérêt pour le sport

	n	Σ	\bar{X}	r12	r13	r23	R	F	Sig fa
H. M (1)	145	7253	50.02	0.941	0.911	0.882	0.954	36.911	0.01
E. S (2)		49288	339.91						
A.F.V.S (3)		3346	23.07						

Les résultats ont révélé : tab(1) différence significative d'estime de soi entre les deux niveaux d'habileté en faveur du niveau bon ; tab(2) différence significative d'habileté entre les deux niveaux d'estime de soi en faveur du niveau bon. Ce qui signifie que les participants ayant un bon niveau d'habileté réjouissent d'une meilleure estime de soi par rapport au niveau moins bon et au contraire, ceux qui ont un bon niveau d'estime de soi possèdent de meilleures habiletés motrices par rapport au niveau moins bon ; tab(3) forte corrélation positive entre habileté, estime de soi et attitudes de leurs familles vers le sport.

Discussions et Conclusion

L'idée principale, mis en évidence par cette étude, est que l'estime de soi et l'habileté se lient et se renforcent mutuellement. Une meilleure estime de soi débouche sur de meilleures habiletés et de meilleures habiletés aboutiront à une meilleure estime de soi. Cette étude a également mis l'accent sur l'effet déterminant des attitudes familiales vers le sport sur la relation estime de soi - habileté. Ceci nous amène à plaider pour la mise en place d'interventions explicites ou implicites sur l'estime de soi dans de nombreux programmes d'entraînements sportifs de compétition et nous incitons les parents à favoriser les conditions pour attirer leurs enfants vers la pratique sportive.

Références

- Allaoui, M, H., & Redouan, M, N. (1987). *Skills end Psychology tests in sport domain* (pp. 632-648). Le Caire: Dar el fikr el Arabi.
- Bandura, A. (1986). *Social Foundations of Thought and Action: A Social Cognitive Theory*, Englewood Cliffs (pp. 410). N.J: Prentice-Hall.
- Jowett, S., & Lavalley, D. (2008). *Psychologie sociale du sport* (Christophe Billon, Traducteur) (pp. 189). Paris: De Boeck.

Examining The Level of Humanitarian Values of Physical Education And Sports Teaching Department Students from Different Variables

Dilek Yalız Solmaz¹

¹ *Anadolu University, Faculty of Sport Sciences, Eskişehir, Turkey*
dilekyaliz@anadolu.edu.tr

Introduction

Human values are a basic element of human psychology. Thus human values are key to the understanding of both individuals and social groups (Mayton, Ball-Rokeach, & Loges, 1994). Since educating individuals that internalize main humanitarian values is among the accountabilities of the society, the education system and the family (Ekşi, 2003), physical education and sport teacher candidates have a significant mission. For this reason, the purposes of this article was aimed to investigate the level of humanitarian values of Physical Education and Sports Teaching Department students at Anadolu University in terms of gender and grade level.

Methodology

The research group consists of 139 (71 male, 68 female) physical education and sports teacher candidates. "Values Scale" developed by Dilmaç ve Arıcak (2012) is used as the data collection tool in the study. Values scale consists of 39 items and 9 subscales. Subscales are as follows: social values (helpfulness, modesty, social peace, courtesy, respect, right to life, responsibility, consistency, tolerance, self-discipline), career (quality, career, reputation, education, external discipline), intellectual (physical health, mental health, information, working, success, personal improvement), spirituality (worship, religion, ideology, quietude), materialistic (money, property, status), human dignity (honor, pride, fairness), romantic values (love, spouse/valentine, pleasure), freedom (freedom/independence, culture, labor), fütüvvet (bravery) (generosity, courage). Values scale is graded between 0 and 9 points range: 0. "not important at all", 9. "very important". In this study, consequence of repeated analysis of the reliability of the scale is determined ".92", respectively. In the data analysis, "arithmetic mean, standard deviation, t-test and ANOVA" were used. The significance level is accepted as .05 during the statistical analysis.

Results

A significant difference is not found between male and female students' social values ($p=.10$), human dignity ($p=.11$), romantic values ($p=.72$), freedom ($p=.75$), fütüvvet (bravery) ($p=.80$) score means [$p>.05$]. But a significant difference is found between male and female students' career values ($p=.03$), intellectual values ($p=.01$), spirituality ($p=.02$) and materialistic values ($p=.00$) score means [$p<.05$]. And no significant difference is found between humanitarian values levels and students' grades [$p>.05$].

Conclusions

After the research it can be told that social values, human dignity, romantic values, freedom, fütüvvet (bravery) levels of students does not differ in terms of gender, in other words social values, human dignity, romantic values, freedom, fütüvvet (bravery) levels between male and female students are at similar. According to the research made by Yılmaz (2011) have reached the same result. But, the research concluded that women are more inclined towards having humanitarian values in the fields of career, intellectual, spirituality and materialistic. These results obtained from this study are similar to the results of various studies. In most research which were evaluated the gender according to the humanitarian values of students by Eser (2012) has been observed that women are more inclined towards having human values than men. Also, students' humanitarian levels do not differ in terms of student grades.

References

- Dilmaç, B. and Arıçak, O.T. (2012). Değerler Ölçeği Geçerlilik ve Güvenirlik Çalışması. 2. Uluslararası Değerler Eğitimi Sempozyumu, İstanbul.
- Ekşi, H. (2003). Temel insani değerlerin kazandırılmasında bir yaklaşım: karakter eğitimi programları. *Journal of Values Education*, 1(1), 79-96.
- Eser, A. (2012). İlköğretim Öğrencilerinin İnsani Değer Düzeyleri ile Çevresel Tutumları Arasındaki İlişki. Yayınlanmamış, Yüksek Lisan Tezi. Yeditepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Üniversitesi: İstanbul.
- Mayton, D. M., Ball-Rokeach, S. J., & Loges, W. E. (1994). Human values and social issues: An introduction. *Journal of Social Issues*, 50(4), 1-8.
- Yılmaz, K. (2011). Eğitim Fakültelerinin Sosyal Sorumluluğu ve Topluma Hizmet Uygulamaları Dersi: Nitel Bir Araştırma. *Kuramsal Eğitimbilim Dergisi*, 4 (2), 86-108.

L'ingestion matinale de la mélatonine diminue la peroxydation lipidique et les réponses inflammatoires lors d'un effort intense

Nizar Souissi¹, Omar Hammouda², Kais Ghattassi¹, Ahmed Graja¹, Hamdi Chtourou¹, Nahla ben Brahim¹ et Tarak Driss²

¹ Research Laboratory "Sport Performance Optimization", CNMSS, Tunis, Tunisia

² CeRSM (EA 2931), Equipe de Physiologie, Biomécanique et Imagerie du Mouvement, UFR STAPS, Université Paris Ouest Nanterre La Défense, France.

n_souissi@yahoo.fr

Introduction

Il est bien établi que l'exercice physique intense est associé à une augmentation des réponses inflammatoires et du stress oxydant cellulaire, consistant en l'augmentation des taux de radicaux libres au niveau de la cellule (Bloomer et al., 2009). La supplémentation en antioxydants semble primordiale pour contrecarrer l'augmentation des dommages musculaires et des réponses inflammatoires associées à l'exercice intense (Bloomer et al., 2009). La mélatonine (MEL) est considérée parmi les antioxydants endogènes les plus puissants (Hardeland et al., 1993). Elle favorise le piégeage des radicaux libres et la détoxification des lipides et hydrogènes peroxydes (Halliwell, 1995). Des études récentes ont montré que l'administration de MEL avant l'exercice physique est associée à une diminution des cytokines pro-inflammatoires (i.e., TNF- α , IL-6) (Borges et al., 2015). Toutefois, dans l'étude de Borges et al., (2015), les performances cognitives à l'issue de l'ingestion diurne de la MEL n'ont pas été mesurées. Cependant, l'ingestion diurne de MEL a diminué la vigilance subjective (Dollins et al., 1993). De plus, il est admis que les marqueurs de dommages musculaires fluctuent au cours de la journée avec des pics observés le soir (Hammouda et al., 2011). L'objectif de cette étude était d'évaluer les effets de l'ingestion matinale de MEL sur les réponses retardées des paramètres inflammatoires et la peroxydation lipidique lors d'un exercice intense effectué l'après-midi.

Matériels et méthodes

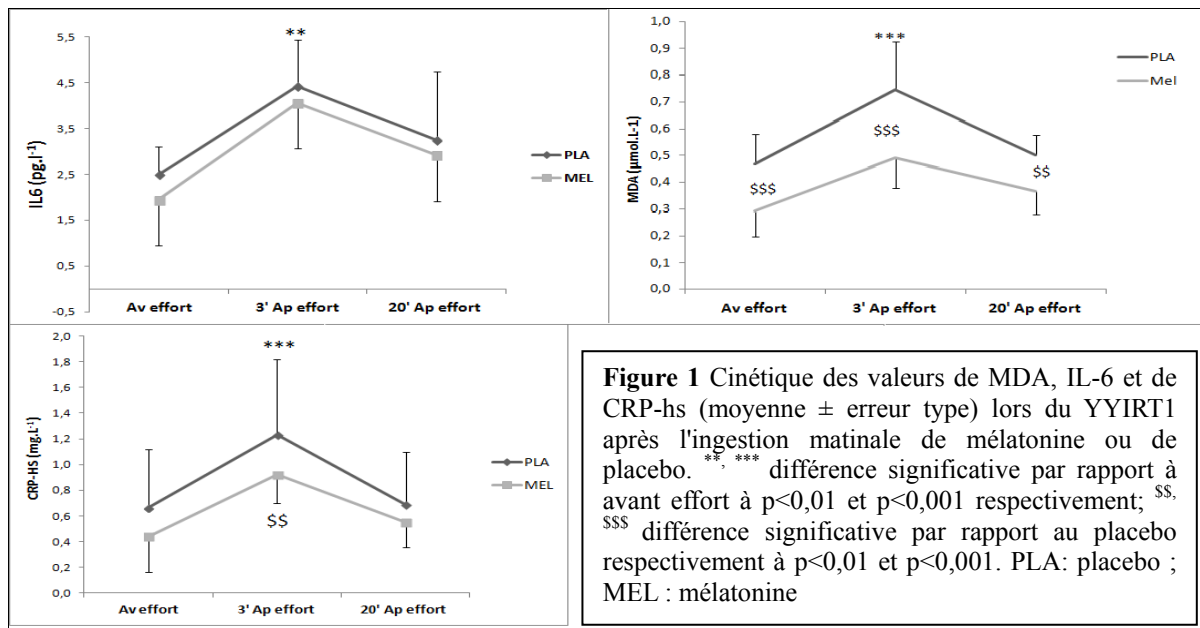
Douze footballeurs (17,9 \pm 1,3 ans; 174,8 \pm 6,05 cm ; 62 \pm 8,80 kg) appartenant à une équipe de ligue 3 tunisienne ont participé à cette étude. Deux sessions de tests ont été réalisées avec des périodes de récupération d'au moins 36 h entre les deux sessions. Durant chaque session, 5 mg de MEL (Jamieson, Canada) ou de PLA ont été ingérés le matin à 8 h, de façon randomisée. Ensuite, chaque participant a réalisé le *Yo-Yo intermittent recovery test level 1* (YYIRT1) à 16:00h. Des prélèvements sanguins ont été effectués juste avant, à 3 min et 20 min après le YYIRT1 pour la mesure des taux de Malondialdéhyde (MDA), IL-6 et CRP-hs.

Résultats

L'ANOVA à 2 facteurs pour des mesures répétées a montré que les taux de MDA, IL-6 et CRP-hs ont augmenté juste après l'exercice ($P < 0,01$) et ont repris leurs valeurs de repos 20 min après lors des deux conditions expérimentales. De plus, les valeurs de MDA étaient supérieures chez le groupe PLA avant et après l'exercice ($P < 0,01$), alors que, les valeurs de CRP-hs étaient supérieures uniquement à 3 min après l'effort et que MEL n'avait pas d'effet sur les valeurs de IL-6 (Fig1).

Discussion et conclusion

Les principaux résultats de cette étude ont montré que l'ingestion matinale de 5 mg de MEL a diminué les réponses inflammatoires et la peroxydation lipidique lors du YYIRT1. Pareillement, des études récentes ont montré que l'administration de MEL a favorisé la diminution des réponses inflammatoires (TNF- α , IL-6) et de la peroxydation lipidique ainsi qu'une amélioration de la production des enzymes antioxydantes lors de l'exercice intense (Borges et al., 2015). De même, chez des footballeurs, l'administration de MEL juste avant un exercice aérobie a diminué le stress oxydant, et amélioré le statut antioxydant lors de l'exercice (Maldonado et al., 2012).



Toutefois, les études antérieures ont montré que les performances physiques diminuent ou restent inchangées suite à l'ingestion diurne de MEL (Atkinson et al., 2003). En conclusion, l'ingestion matinale de MEL améliore les réponses inflammatoires et diminue la peroxydation lipidique sans pour autant affecter les performances physiques enregistrées l'après-midi. Cette diminution des réponses inflammatoires pourrait stimuler la synthèse des facteurs de croissance musculaire et améliorer les performances sportives sur le moyen et le long terme.

Références

- Atkinson, G., Drust, B., Reilly, T., Waterhouse, J. (2003). Relevance of melatonin to sports medicine and science. *Sports Medicine*, 33, 809 – 831.
- Borges, S., Dermargos, A., Junior, EP., Weimann, E., Lambertucci, RH., Hatanaka, E. (2015) Melatonin decreases muscular oxidative stress and inflammation induced by strenuous exercise and stimulates growth factor synthesis. *Journal of Pineal Research*. 58(2), 166-172.
- Bloomer, RJ., Ferebee, DE., Fisher-Wellman, KH., Quindry, JC., Schilling, BK. (2009). Postprandial oxidative stress: influence of sex and exercise training status. *Medicine & Sciences in Sports & Exercise*. 41(12):2111-9.
- Dollins, A.B., Lynch, H.J., Wurtman, R.J., Deng, M.H., Kischka, K.U., Gleason, R.E., Lieberman, H.R. (1993). Effect of pharmacological daytime doses of melatonin on human mood and performance. *Psychopharmacology (Berl)*. 112(4):490-6.
- Hammouda, O., Chtourou, H., Chahed, H., Ferchichi, S., Kallel, C., Miled, A., Chamari, K., Souissi, N. (2011). Diurnal variations of plasma homocysteine, total antioxidant status, and biological markers of muscle injury during repeated sprint: effect on performance and muscle fatigue--a pilot study. *Chronobiology International*. 28(10):958-67.
- Halliwell, B. (1995). Oxygen radicals, nitric oxide and human inflammatory joint disease. *Annals of the Rheumatic Diseases*. 54(6):505-10.
- Maldonado, MD., Manfredi, M., Ribas-Serna, J., Garcia-Moreno, H., Calvo, JR. (2012). Melatonin administered immediately before an intense exercise reverses oxidative stress, improves immunological defenses and lipid metabolism in football players. *Physiology & Behavior*. 20;105(5):1099-103
- Hardeland, R., Reiter, RJ., Poeggeler, B., Tan, DX. (1993). The significance of the metabolism of the neurohormone melatonin: antioxidative protection and formation of bioactive substances. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*. 17(3):347-57.

Effet de la privation partielle de sommeil sur l'équilibre postural chez des judokas

Nafaa Souissi¹, Amira Zouita¹, Salma Abedelmalek², Habiba Ferchichi¹ et Nizar Souissi²

¹ Laboratoire « Biomécanique, Institut National d'Orthopédie ». M.T. Kassab Tunisie.

² Laboratoire de recherche « optimisation de la performance sportive ». Centre National de la médecine et des Sciences du Sport (CNMSS), Tunis, Tunisie.

nafaa_souissi@hotmail.com

Introduction

L'horloge biologique peut être perturbée par la privation de sommeil. Les sportifs sont souvent confrontés à des conditions de privation de sommeil, uniques ou répétées, partielles ou totales. La privation de sommeil engendre également une baisse du niveau de performance lors de tâches nécessitant une coordination sensori-motrice ainsi que l'intégration des processus cognitifs (Reilly et Waterhouse, 2009; Jarraya et al. 2013). En outre, la privation de sommeil peut affecter l'équilibre postural de l'individu (Gomez et al. 2008). L'objectif de ce travail consiste à évaluer les effets potentiels de la privation partielle de sommeil sur les paramètres enregistrés lors des tests de stabilité chez une population de judokas experts.

Méthodes

Participants Quatorze étudiants de l'institut de sport et de l'éducation physique de Tunis ayant une moyenne de pratique en judo de 11 ± 3.2 ans. (âge: $21,5 \pm 2,3$ années; Poids: $74,8 \pm 7,9$ kg; Taille: $1,7 \pm 0,08$ m) se sont portés volontaires pour participer à cette étude. Après avoir reçu une description du protocole, chaque participant fourni un consentement éclairé écrit. Les participants ont été choisis en fonction de leurs réponses au questionnaire Horne et Osberg (Horne et Östberg, 1976). Ils ont la même heure de lever ($06: 30 \pm 00: 30$ h) et de coucher ($23: 00 \pm 00: 30$ h). Ils gardent la même heure standard pour manger avant le début de l'étude (petit déjeuner à $07: 00 \pm 1: 00$ h, déjeuner à $12: 00 \pm 1: 00$ h, et le dîner à $20: 00 \pm 1: 00$ h).

Procédures L'évaluation de l'équilibre postural a été réalisée sur une plate-forme Neurocom Balance Master[®]. Le protocole expérimental comporte trois conditions de nuit. Une nuit de référence (NR) au cours de laquelle les sujets se couchent à 22:30 h pour se réveiller à 07:00 h, une condition de privation partielle de sommeil en fin de nuit (PPFN) pour laquelle les sujets se sont couchés à 22h:30 et ont été réveillés à 03:00 h du matin et enfin une condition de privation de sommeil au début de nuit (PPDN) pour laquelle les sujets étaient privés de sommeil jusqu'à 03:00 h, puis autorisés à dormir jusqu'à 06:00 h. L'ordre de passage était déterminé de manière aléatoire. Deux tests d'équilibre dynamique ont été réalisés : le test de franchissement, (SUO) mesure l'indice de levée, la force d'impact et les oscillations du CG durant le franchissement d'un obstacle de 30cm de hauteur avec la jambe (figure 1) et le test de fente avant (FL) avec la jambe gauche puis la droite. Ce test permet de mesurer la distance entre les deux appuis, l'indice d'impact, le temps de contact et la force d'impulsion (figure 2) à la même heure de la journée (08:00 h).



Figure 1. Test de franchissement



Figure 2. Test de fente avant

Analyse statistique L'analyse statistique des résultats a été réalisée à l'aide du logiciel Statistica 7. La normalité de la distribution a été analysée à l'aide d'un test de normalité (Shapiro-Wilk W-test). Les données des paramètres mesurés lors des tests d'équilibre dynamique ont été analysés à l'aide d'une ANOVA à deux facteurs [3 (conditions) $\times 2$ (Latéralité)].

Résultats

Test de franchissement SUO

Tableau 1 : (moyenne \pm ET; n = 11); Temps de Mouvement. Temps de monté et indice d'impact avec la jambe gauche et la jambe droite au cours du test SUO mesurés NC, PSDN et PSFN.

	Jambe gauche			Jambe droite		
	NC	PSDN	PSFN	NC	PSDN	PSFN
<i>TpMov</i> (s)	1.33 \pm 0.15	1.40 \pm 0.19	1.38 \pm 0.22*	1.42 \pm 0.15	1.44 \pm 0.19	1.47 \pm 0.19
<i>TpM</i> (%)	53.81 \pm 9.44*	53.79 \pm 9.29*	53.10 \pm 11.61*	61.62 \pm 11.42	59.74 \pm 8.09	60.31 \pm 11.2
<i>I Impact</i> (%)	62.02 \pm 15.9*¥	61.10 \pm 15.43*¥	67.21 \pm 18.39	58.05 \pm 13.9¥	59.64 \pm 14.08¥	63.31 \pm 14.2

¥ Différence significative en comparaison avec PSFN (P<0.05); * Différence significative en comparaison avec la jambe droite (P<0.01)

Test de fente avant FL

Tableau 2 : (moyenne \pm ET; n = 14); distance, Indice d'impact, Temps de contact et force d'impulsion avec la jambe gauche et la jambe droite au cours du test FL mesurés NC, PSDN et PSFN

	Jambe gauche			Jambe droite		
	NC	PSDN	PSFN	NC	PSDN	PSFN
Distance (% of Body Height)	51.31 \pm 3.67	51.76 \pm 3.99*	53.21 \pm 6	52.64 \pm 5.56	51.71 \pm 4.6	54.24 \pm 7.14
Indice d'impact (% of body weight)	33.38 \pm 6.96*	38.07 \pm 10.7*	35.67 \pm 9.35*	36.88 \pm 8.78	30.52 \pm 6.15	32.9 \pm 8.364
Temps de contact (s)	0.86 \pm 0.16	1.00 \pm 0.17¥	0.94 \pm 0.17	0.87 \pm 0.16	0.96 \pm 0.12¥	0.92 \pm 0.16
Force impulsion (% of body weight/s)	99.10 \pm 14.13	111.79 \pm 15.27¥	105.55 \pm 15.05	100.02 \pm 14.18	108.8 \pm 11.7¥	103.05 \pm 14.42

¥ Différence significative en comparaison avec PSFN (P<0.05); * Différence significative en comparaison avec la jambe droite (P<0.01)

Discussion

Diverses hypothèses ont été faites pour expliquer les effets de la privation de sommeil sur le contrôle postural. Certains travaux ont suggéré que l'augmentation de l'oscillation du centre de gravité postural associée à la privation de sommeil pouvait s'expliquer par la diminution de l'efficacité du système vestibulaire et / ou à l'intégration des différentes entrées sensorielles (Jarraya et al. 2013). Nos résultats ont montré une perturbation du contrôle postural dynamique suite à la privation partielle de sommeil au début ou à la fin de nuit. Cette perturbation pourrait être expliquée par la longueur de l'état de veille continu (e.g., PSEN).

En conclusion, la présente étude montre que l'équilibre dynamique était altéré pendant la privation de sommeil à la fin de la nuit. Cet effet pourrait, en partie, se traduire par une baisse des performances du judoka lors des compétitions. De ce fait il est important que les entraîneurs prévoient des programmes de formation au cours de la journée. De même éviter la privation de sommeil afin de maintenir le contrôle postural dans les meilleures conditions.

Références

- Gomez, S., Patel, M., Berg, S., Magnusson, M., Johansson, R., & Fransson, P.A. (2008). Effects of proprioceptive vibratory stimulation on body movement at 24 and 36h of sleep deprivation. *Clinical Neurophysiology*, 119(3): 617-625.
- Horne, J.A., & Ostberg, O. (1976). A self-assessment questionnaire to determine morningness-eveningness in human circadian rhythms. *International journal of chronobiology*, 4(2): 97-110.
- Jarraya, M., Jarraya, S., Chtourou, H., Souissi, N., & Chamari, K. (2013). The effect of partial sleep deprivation on the reaction time and the attentional capacities of the handball goalkeeper. *Biological Rhythm Research*, 44(3): 503-510.
- Reilly, T., & Waterhouse, J. (2009). Sports performance: is there evidence that the body clock plays a role? *European Journal of Applied Physiology*, 106(3): 321-332.

Motor-related EEG activations induced by the perception of auditory and visual rhythms

Jessica Tallet¹, Mélody Blais¹, Yannick Wamain² et Marieke Longcamp³

¹ Laboratoire PRISSMH-LAPMA, F2SMH, Université de Toulouse 3

² SCALab, CNRS UMR 9193, Université de Lille, France

³ CNRS, Aix Marseille Université, LNC UMR 7291, FR 3C FR 3512, Marseille, France

jessica.tallet@univ-tlse3.fr

Introduction

Perception of rhythms leads to an irrepressible intent to move on the beat. This spontaneous tendency to coordinate with the environment induces changes in EEG oscillations in the 8-12Hz frequency band (Naeem et al., 2011), which reflect sensorimotor process (μ) when observed around central regions or attentional (α) when observed over parietal/occipital regions (Hari & Salmelin, 1997). Even if the perception of isochronous sequences of tones is well documented, less is known about the perception of rhythmic stimuli specifying relative phases (RP). Behavioral studies revealed that judging RP (Zaal et al., 2000) or producing bimanual coordination in synchrony with stimuli specifying different RP (Kelso, 1984) lead to different stability levels. The inphase pattern (IN: the two stimuli occurring at the same time, $RP=0^\circ$) leads to more stable perception and synchronization than the antiphase pattern (ANTI: the two stimuli occurring alternatively with a relative phase of $\frac{1}{2}$ of cycle, $RP=180^\circ$) which, in turn, leads to a more stable perception and synchronization than the intermediate pattern (INTER: relative phase of $\frac{1}{4}$ of cycle, $RP=90^\circ$). Moreover, auditory stimuli lead to larger stability than visual stimuli (Kennedy, Boyle, Shea, 2013). The present study addresses the question whether the perception and production of the RP lead to similar μ/α modulations by manipulating the RP and modality of the stimuli.

Methods

Eleven right-handed non-musician adults (7 women; 23 ± 2 years old) were submitted to two distinct tasks. During a PERCEPTION task, participants were passively exposed to Rhythmic Patterns. During the MOTOR task, they had to tap with their right and left index in synchrony with these stimuli. For each task, 3 rhythmic patterns were used (IN, ANTI or INTER) in either visual (VIS: two squares horizontally aligned on a screen) or auditory (AUD: two tones emitted through loudspeakers) modality. The Standard Deviation (SD) of the produced RP was calculated as an index of the motor performance stability. After pre-processing, a spectral analysis of brain oscillatory activities was performed to determine EEG power (Pow) with a Fast Fourier Transform in the 8-12 Hz frequency band over the central (C1, C2, Cz, C3, C4), the fronto-central cortex (FC1, FC2, FCz, FC3, FC4) and the parietal (P1, P2, Pz, P3, P4) regions. Finally, the Task-Related Power (TRPow) associated to the Perception and the Motor Tasks was computed by subtracting the $\text{Log}(\text{Pow})$ of a resting state period from the $\text{Log}(\text{Pow})$ of respective condition. ANOVAs ($p < .05$) with repeated measures on Task (2) x Rhythmic Pattern (3) x Stimuli Modality (2) were performed on the TRPows. ANOVAs with repeated measures on Rhythmic Pattern (3) x Stimuli Modality (2) were performed on the SD of the RP produced during the Motor Task. Paired t-tests with acceptive step-up Bonferroni procedure were carried out as post-hocs.

Results

Rhythmic Pattern effect: TRPow over central regions was lower for IN than for ANTI and INTER patterns ($F(2,20) = 4.19$; $p = 0.03$) (Figure 1a.) and SD of IN was lower than SD of ANTI and INTER patterns ($F(2,20) = 45.58$; $p = 0.0001$) (Figure 1b.). Task effect: TRPow over central regions was lower (larger activation) in the Motor task than in the Perception task ($F(1,10) = 6.77$; $p = 0.02$) (Figure 1a.). Modality effect: the VIS Modality induces lower TRPow over parietal regions ($F(1,10) = 12.17$; $p = 0.005$) (Figure 1c.) and higher SD of RP than the AUD Modality ($F(1,10) = 8.46$; $p = 0.01$) (Figure 1d.).

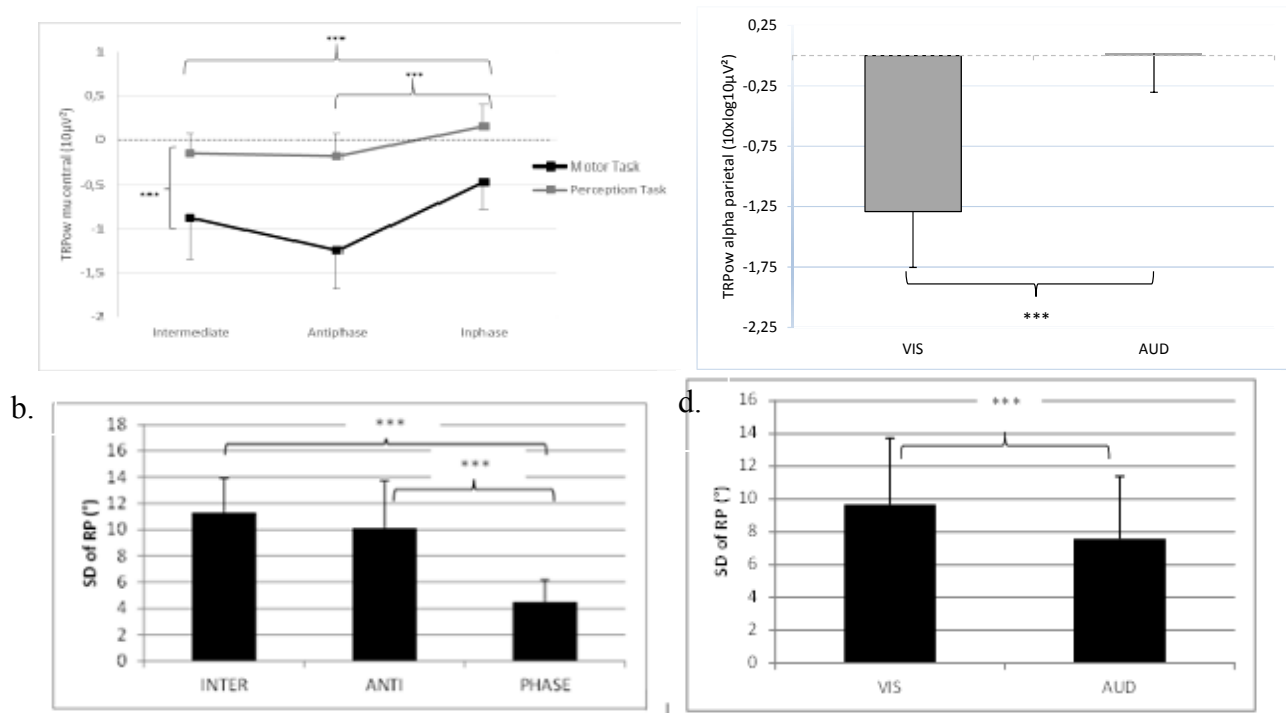


Figure 1. 8-12 Hz TRPow (a. and c.) and SD of RP (b. and d.) during the Perception and the Motor Tasks over central regions as a function of the Rhythmic Pattern whatever the Modality of the stimuli (a.) and over parietal regions as a function of the Visual and Auditory stimuli whatever the Rhythmic Pattern (c.). Vertical bars represent the standard error. Stars represent $p < 0,05$.

Discussion

The present study aimed at testing the common EEG correlates of rhythmic perception and motor synchronization to auditory or visual stimuli specifying different RP. Results reveal that both perception and motor synchronization lead to mu central desynchronization which depend on the RP of the stimuli suggesting larger motor-related activations for less stable RP. Moreover, alpha parietal desynchronization depends on the modality of the stimuli, suggesting that perception and synchronization to visual stimuli require more attention than to auditory stimuli. These neural correlates of rhythms' perception could reflect the activation of an "observation/execution matching system" which spontaneously translate perception ("seeing" and "hearing") into action ("doing") (Pineda, 2005) and could underlie the natural intent to move on the beat, even more when auditory, without an actual movement being performed.

References

- Hari R., Salmelin R. (1997). Human cortical oscillations: a neuromagnetic view through the skull. *Trends in Neuroscience*; 20(1):44-9.
- Kelso JAS (1984). Phase transitions and critical behavior in human bimanual coordination. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 246:R1000-R1004
- Kennedy, D.M., Boyle, J.B., and Shea, C.H. (2013). The role of auditory and visual models in the production of bimanual tapping patterns. *Exp Brain Res* 224:507–518.
- Naeem M, Prasad G, Watson DR, Kelso JA. (2012). Electrophysiological signatures of intentional social coordination in the 10-12 Hz range. *Neuroimage*; 16;59(2):1795-803.
- Pineda, J.A. (2005). The functional significance of mu rhythms: Translating "seeing and "hearing" into "doing". *Brain Research Reviews*; 50, 57-68.
- Zaal FT., Bingham GP, Schmidt RC. (2000). Visual perception of mean relative phase and phase variability. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*; 26(3):1209-20.

Effets sélectifs de la privation d'exercice sur les processus d'imagerie motrice implicite: représentation de soi versus représentation d'autrui

Lucette Toussaint¹, Aurore Meugnot¹ et Christel Bidet-Ildet¹

¹ Centre de Recherches sur la Cognition et l'Apprentissage (CNRS UMR 7295), Université de Poitiers, France

lucette.toussaint@univ-poitiers.fr

Introduction

Les effets consécutifs à l'immobilisation d'un membre pendant 24 ou 48 heures lors d'une tâche de rotation mentale de stimuli corporels attestent de la mise à jour rapide des représentations sensorimotrices (Toussaint & Meugnot, 2013). La mise en veille du système sensorimoteur provoquée par la privation d'exercice se traduit par des temps de réponse plus faibles et peut conduire à l'abandon d'une stratégie en imagerie motrice au profit d'une stratégie en imagerie visuelle. Cette expérience va plus loin en investiguant les effets de l'immobilisation en fonction des exigences de précision des mouvements à simuler (saisie de billes vs. saisie de boules; Gentilucci et al., 2000), ainsi qu'en fonction de l'implication des processus sensorimoteurs sollicités par une tâche de rotation mentale de main, implication liée à la perspective associée à la présentation des stimuli (perspective égocentrique vs. perspective allocentrique; Brady et al., 2011).

Méthode

Trente étudiants droitiers, âgés de 18-30 ans, ont participé à cette expérience en tant que participants immobilisés ou contrôles. Les participants immobilisés portaient une attelle rigide et un gilet d'immobilisation empêchant tout mouvement du bras droit pendant 24 heures. Un test de rotation mentale d'images de mains était réalisé sitôt l'attelle et le gilet d'immobilisation retirés. Un test identique était réalisé par les participants du groupe contrôle. Il était demandé aux participants d'identifier le plus rapidement possible et sans faire d'erreur la latéralité des mains qui s'affichaient à l'écran, illustrant la saisie de billes (saisie pouce-index) ou de boules (saisie à plein main). Ces mains étaient présentées selon 2 perspectives, une perspective égocentrée (i.e., images de sa propre main) vs. une perspective allocentrée (i.e., images de la main d'autrui) (Figure 1). Des ANOVAs ont été réalisées sur les temps de réponse [2 Groupes (contrôle vs. immobilisé) x 2 Mains (droite vs. gauche) x 2 Perspectives (égocentrée vs. allocentrée) x 2 Saisies (bille vs. boule)]. Des analyses de comparaisons *a posteriori* ont été réalisées le cas échéant (test de Newman-Keuls).

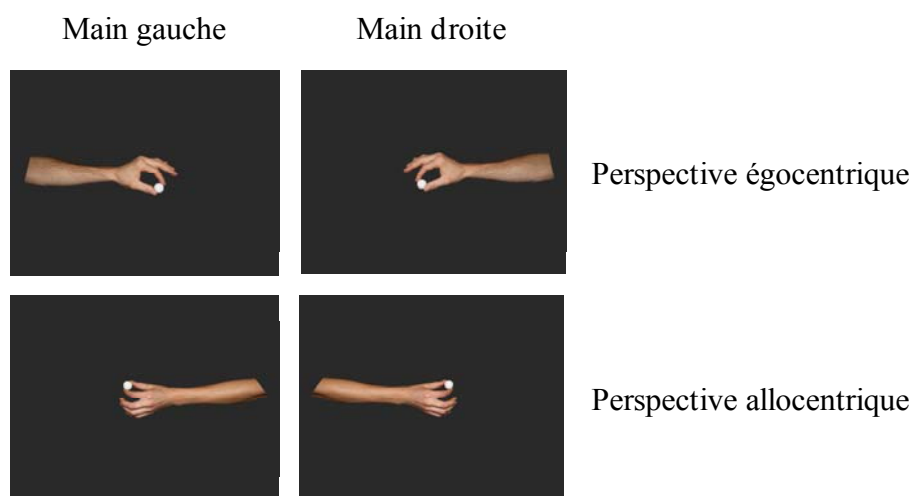


Figure 1. Exemples de stimuli utilisés dans cette expérience.
Seules les images de saisie de billes sont illustrées.

Résultats

Deux interactions significatives ressortent des analyses. La première (Groupe x Main x Saisie: $F(1,28)=11.76$, $p=.002$, $\eta^2p=.30$) met en évidence des temps de réponse dont la différence bille/boule lorsque la saisie se fait avec la main droite (main immobilisée) présente un profil spécifique à chacun des groupes. Comme on peut le voir sur la Figure 2, la différence des temps de réaction liée au type de saisie (bille vs. boule) disparaît suite à 24 heures d'immobilisation. Aucune différence entre les groupes n'apparaît pour la main gauche.

La deuxième interaction (Groupe x Main x Perspective: $F(1,28)=8.02$, $p=.008$, $\eta^2p=.22$) révèle elle aussi des différences entre les groupes lors de la reconnaissance des images de main. Alors que les temps de réponse sont similaires dans les deux groupes pour les images de main droite correspondant à une perspective allocentrique, les participants du groupe immobilisé identifient plus lentement les images présentées selon une perspective égocentrique (Figure 3).

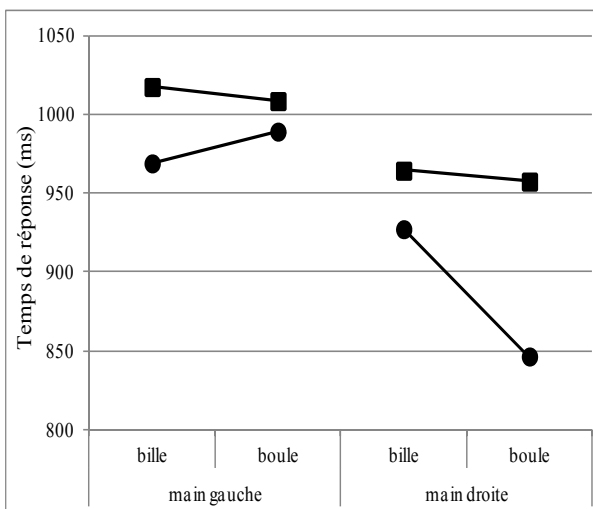


Figure 2. Temps de réponse en fonction du Groupe, de la Main et de la Saisie (bille/boule).

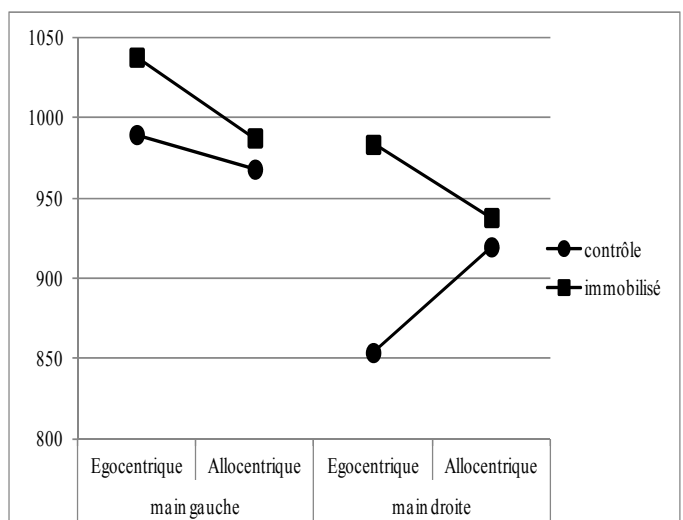


Figure 3. Temps de réponse en fonction du Groupe, de la Main et de la perspective (égocentrique vs. allocentrique).

Discussion

Cette étude confirme la rapidité des processus de plasticité du système sensorimoteur en fonction des contraintes périphériques, comme rapporté par Toussaint et Meugnot (2013). Plus spécifiquement, les résultats démontrent le recours moindre aux processus sensorimoteurs dans la simulation mentale des mouvements après immobilisation. La différence liée à la simulation de saisie de billes vs. de boules, témoin de l'engagement des processus sensorimoteurs dans ce type de tâche (Gentilucci et al., 2000), disparaît chez les participants privés de l'exercice de leur main pendant 24 heures. Les résultats mettent également en évidence l'implication de processus différenciés lorsque la simulation mentale implique des mouvements de son propre corps (perspective égocentrique) vs. des mouvements du corps d'autrui (perspective allocentrique), les effets néfastes de l'immobilisation se traduisant par un fort ralentissement des processus d'identification des images correspondant à sa propre main, sans affecter la reconnaissance de la main d'autrui.

Références

- Toussaint, L., Meugnot, A. (2013). Short-term limb immobilization affects cognitive motor processes. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, Cognition*, 39, 623-632.
- Brady, N., Maguinness, C., Ni'Choisdealbha, A. (2011). My hand or yours? Markedly different sensitivity to egocentric and allocentric views in the hand laterality task. *PlosOne*, 8, e23316.
- Gentilucci, M., Benuzzi, F., Bertolani, L., Daprati, E., Gangitano, M. (2000). Recognising a hand by grasp. *Cognitive Brain Research*, 9, 125-135.

Précision du système Garmin 920 XT HRM pour l'utilisation en "routine" de l'analyse de la variabilité de fréquence cardiaque

Romain Vanhaesebrouck¹, Johan Cassirame^{1,2}, Nicolas Tordi¹, Simon Chevrolat² et Laurent Mourot¹

¹ Laboratoire Culture, Sport Santé et Société » (EA 4660), Plateforme Exercice Performance Santé Innovation, Université de Franche-Comté, Besançon, France

² Matsport Training 38 330 Saint-Ismier (France)
romain.vanhaesebrouck@orange.fr

Introduction

L'utilisation de l'analyse de la variabilité de fréquence cardiaque (VFC) est aujourd'hui largement répandue dans le domaine de l'entraînement sportif et suscite un grand intérêt dans le cadre du suivi physiologique des athlètes. En effet, l'analyse de la VFC permet aux athlètes et aux entraîneurs de pouvoir quantifier et analyser les réponses physiologiques, engendrées par l'exercice physique, et ainsi prévenir l'apparition d'une fatigue liée aux charges d'entraînement. L'apparition de nouvelles technologies de mesure de l'intervalle R-R, plus facile d'accès en matière de mobilité qu'un électrocardiogramme (ECG) permet une utilisation de l'analyse de la VFC plus régulière et moins contraignante. Toutefois, celle-ci nécessite une précision de mesure fine comme le prévoit le Task Force of 1996. Récemment, la société Garmin (Olathe, États-Unis) a introduit sur le marché un nouveau modèle de montre capable d'enregistrer la fréquence cardiaque battement à battement. Le but de l'étude est d'évaluer la précision de ce système et de vérifier que son utilisation est possible pour une analyse en routine de la mesure de la VFC.

Méthodologie

Onze sujets (9 hommes 41± 5 ans et 2 femmes 38± 2 ans) ont participé à cette étude. Le protocole de mesures consistait à enregistrer, simultanément avec un ECG (Dual BIO Amp et Powerlab ; AD Instrument, Castle Hill, Australie) et le cardiofréquencemètre Garmin 920XTHRM™, deux situations de mesures différentes. La première situation était composée d'un redressement dit "actif" et la deuxième d'un exercice sur cyclo-ergomètre. Le redressement actif se compose de deux phases distinctes : une phase couchée d'une durée de 8 min suivi d'une seconde phase de 7 min debout. A la suite de la phase couchée, le sujet devait se lever de manière autonome sans aide, et s'installer dos au mur. L'exercice sous maximal a été effectué à l'aide d'un cyclo-ergomètre de type Cardgirus 200, (Madrid, Espagne). Après un échauffement de 5 min, chaque sujet a réalisé 3 paliers de 3 min de pédalage, à une zone cible de fréquence cardiaque (FC) dépendante de la fréquence cardiaque maximale (FCmax) théorique de chaque sujet (220- âge) : 60, 70, 80 % de FCmax.

Les données ont ensuite été téléchargées sur la plateforme Garmin Connect puis exportés au format .fit. Ce fichier étant crypté, l'utilisation d'un programme capable d'extraire le tachogramme est requise via le site www.thisisant.com. Le logiciel Mooky Garmin Decoder nous a permis de faire l'extraction des données d'intervalles RR vers un fichier type .txt. L'ensemble des intervalles mesurés a ensuite été classé par centaine, afin d'établir les limites d'agrément, évaluées par la méthode de Bland & Altman pour chaque période de 100 ms.

Résultats

Pendant le test de redressement actif, un total de 8234 intervalles RR a été enregistré avec la présence de 8 artéfacts de type 1 (division d'un intervalle) et 49 artéfacts de type 2 (battement oublié) soit moins de 0,7% d'artéfacts. Durant la période d'exercice sous maximal, 14487 intervalles ont été enregistrés avec 13 artéfacts de type 1 et 72 artéfacts de type 2 soit 0,6% d'artéfacts. Les limites d'agrément sont comprises entre -3,12 à 3,11 ms pour le redressement actif et - 4,43 à 4,40 ms pour l'exercice sous maximal.

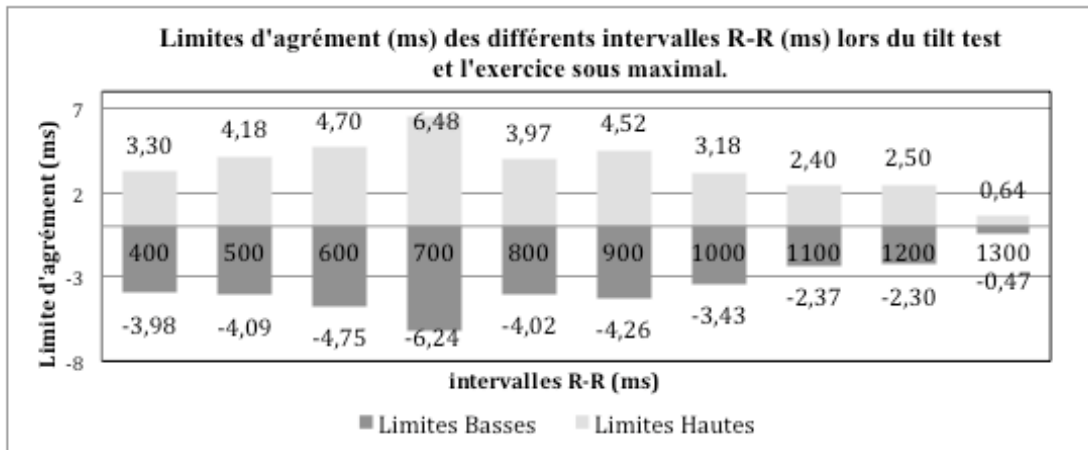


Fig. 1. Représentation des limites d'agrément (ms) des différents intervalles R-R (ms) lors du tilt test et l'exercice sous maximal.

Les différentes limites d'agrément des différents intervalles R-R en fonction de la durée, montrent une meilleure précision sur les plages d'intervalles R-R compris entre 1000 et 1300 ms correspondant à une FC de 60 à 45 bpm, et une plus forte imprécision sur la zone 700 ms d'intervalles RR, correspondant à une FC d'environ 85 bpm.

Discussion

Le système Garmin permet une mesure de la fréquence cardiaque battement à battement, avec un nombre d'artéfacts assez limité et des limites d'agrément similaires à celles retrouvées dans nos études précédentes (Cassirame et al., 2007 et 2013), et qui n'entraînaient pas de différences significatives dans l'analyse de la VFC. Cependant, les manipulations, pour activer cette fonctionnalité et pour récupérer les données brutes, ne sont pas simples. L'utilisation de cet appareil, dans le cadre du suivi de la charge d'entraînement d'un athlète, est donc possible dans les conditions standardisées de cette étude. La précision de ces appareils, inférieure à ± 4 ms, reste très largement acceptable durant ces phases, respectant les recommandations prescrites par le Task Force (1996).

Bibliographie

- Cassirame J. et al. (2007). L'utilisation d'un nouveau système d'enregistrement de fréquence cardiaque battement à battement pour l'analyse traditionnelle de variabilité de fréquence cardiaque, *Science&Sports* (2007), 10.1016.
- Cassirame J. et al. (2013). Accuracy of the Minicardio system for heart rate variability analysis compared to ECG. *Sports med phys fitness*; 53:248-54.
- Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology (1996). *Heart rate variability: Standards of measurement, physiological interpretation and clinical use*. *Circulation* 93 (5):1043-65

Évaluation de la condition physique des adolescents de la région Ile de France : comparaison avec les normes européennes

Jérémy Vanhelst¹⁻², Jacques Mikulovic³, Laurent Béghin¹⁻², Didier Chapelot⁴, Zékya Ulmer⁵ et Grégory Czaplicki⁶

¹Inserm, LIRIC, UMR 995, Université de Lille, CHRU de Lille,

²CIC-PT-1403-Inserm, CHRU de Lille,

³Laboratoire «LACES», Université de Bordeaux,

⁴ Sorbonne Paris Cité, Equipe Recherche en Epidémiologie Nutritionnelle, Bobigny,

⁵Fédération Nationale Mutualité Française, Paris, ⁶Mutualité Française Ile de France, Paris.

jeremy.vanelst@chru-lille.fr

Introduction

La condition physique est un déterminant important de la santé chez l'enfant. L'endurance cardiorespiratoire est la composante la plus associée à la santé, et sa mesure a largement été réalisée dans le monde (Olds, Tomkinson, Léger & Cazorla, 2006). De nombreuses études ont démontré qu'il existait des associations entre les autres composantes de la condition physique et la santé osseuse ainsi que les maladies cardiovasculaires (**Ruiz et al., 2009**). L'objectif principal de notre étude était donc d'évaluer la condition physique générale des adolescents de la région Ile de France, et de comparer les résultats avec d'autres pays européens. L'objectif secondaire était d'étudier la relation entre la condition physique et les futurs risques cardiovasculaires.

Matériels & Méthodes

Cette étude est basée sur les données du programme français de promotion de la santé "Bouge ... Une priorité pour ta santé" (<http://www.bougetasante.fr>). L'objectif principal de ce programme était de promouvoir les bienfaits de l'AP et de la condition physique sur la santé des collégiens en France, âgés de 11 à 15 ans. Les données ont été recueillies entre 2009 et 2013 dans 23 écoles de la région Ile de France. Un manuel utilisateur a été développé pour les professeurs d'éducation physique et les adolescents participant à l'étude afin d'uniformiser les tests entre les écoles. 1851 adolescents (946 garçons, 905 filles) âgés de 11 à 15 ans dans la région Ile-de-France ont participé à l'étude. La taille et le poids ont été mesurés par les infirmières scolaires. La condition physique a été évaluée selon 5 composantes: endurance cardiorespiratoire (test navette 20 m), endurance musculaire (test des abdominaux), souplesse (test de flexion du tronc), vitesse (course 50 m) et vitesse/agilité (test navette 5 x 10 m). Les tests de vitesse, de souplesse et vitesse/agilité ont été réalisés à 2 reprises, et le meilleur score était conservé. Pour l'endurance cardiorespiratoire et musculaire, les tests ont été effectués qu'une seule fois. A l'issue du test de l'endurance cardiorespiratoire, la VO₂max a été estimée (Léger et al., 1988). Le statut socio-économique a été défini selon l'indice de développement humain (IDH) basé sur 3 indices : (i) la santé/longévité; (ii) le savoir ou niveau d'éducation; (iii) le niveau de vie (<http://hdr.undp.org/en>). Les statuts socio-économiques faible et élevé ont été déterminés en utilisant le seuil de 0,5. Les seuils risques pour que les adolescents risquent de développer une maladie cardiovasculaire est de 42 et 38 ml.kg⁻¹.min⁻¹ pour les garçons et les filles respectivement (Cureton & Warren, 1990). Les comparaisons entre les différentes composantes de la condition physique, le sexe, l'indice de masse corporelle (IMC) et les facteurs de risque cardiovasculaire ont été analysés par le test indépendant *t* de student. Des coefficients de corrélation de Spearman's rho ont été réalisés afin d'évaluer les relations entre les variables et les composantes de la condition physique.

Résultats

Globalement, les garçons avaient de meilleures performances que les filles (Tableau 1). Parallèlement, les adolescents normaux-pondérés ont eu des meilleures résultats que les adolescents en surpoids ou obèses (Tableau 1). Les adolescents avec un statut socioéconomique élevé avaient une meilleure condition physique que les adolescents ayant un faible statut socioéconomique (Tableau 1). Selon les valeurs seuils de VO₂max permettant de calculer le risque développer une

maladie cardiovasculaire, la figure 1 montre que le pourcentage d'adolescents ayant un risque de développer une maladie cardiovasculaire est de 15,3 et 10,2% pour les garçons et les filles.

Tableau 1. Niveau de la condition physique (moyenne \pm EC) en fonction du sexe, du statut pondéral et du statut socioéconomique

	Garçons (n=946)	Filles (n=905)	Normaux Pondéré (n=1523)	Surpoids et obèses (n=328)	Bas (n= 553)	Elevé (n= 1298)
Test sprint 50 m (sec)	9,36 \pm 1,59	9,58 \pm 1,98*	8,32 \pm 1,62	10,23 \pm 3,24*	9,51 \pm 1,64	9,46 \pm 1,85
Test navette 5 x 10 m (sec)	19,96 \pm 3,1	19,77 \pm 3,04	19,82 \pm 3,12	22,24 \pm 4,01*	20,57 \pm 3,57	19,61 \pm 2,81*
Test des abdominaux (n)	32 \pm 19	31 \pm 19	41 \pm 22	18 \pm 7*	29 \pm 18	32 \pm 19
Test de souplesse (cm)	19,9 \pm 8,6	19,8 \pm 8,6	24,8 \pm 7,6	13,7 \pm 6,7*	19,6 \pm 8,8	20,1 \pm 8,5
VO ₂ max (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	49,7 \pm 7,3	45,9 \pm 6,5*	44,3 \pm 8,9	25,6 \pm 6,9*	38,1 \pm 6,2	39,3 \pm 3,8*

* p<0.05

Tableau 2. Corrélation (*p*) des composantes de la condition physique avec l'IMC et l'IDH

	IMC	IDH
Test sprint 50 m (sec)	- 0.134 (0.001)	0.640 (0.004)
Test navette 5 x 10 m (sec)	- 0.089 (0.001)	0.243 (0.001)
Test des abdominaux (n)	- 0.087 (0.001)	0.179 (0.001)
Test de souplesse (cm)	- 0.005 (0.842)	0.590 (0.009)
VO ₂ max (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	- 0.204 (0.001)	0.510 (0.022)

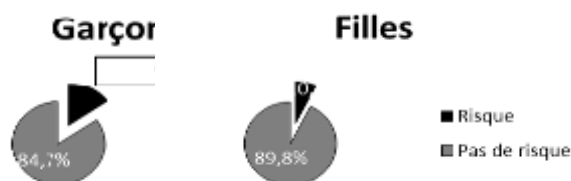


Figure 1. Pourcentage d'adolescents présentant un risque cardiovasculaire associé à une faible endurance cardiorespiratoire

Conclusions

La condition physique des adolescentes de la région Ile de France est généralement faible en comparaison avec les valeurs européennes existantes. En revanche, les adolescents ont généralement une meilleure condition physique et ont également des résultats supérieurs à la moyenne européenne. Les niveaux de condition physique faible étaient liés à l'obésité et/ou au surpoids, et à un faible statut socio-économique. Compte tenu des résultats, la mise en place de programmes de promotion de la santé dans les écoles de la région Ile de France est nécessaire afin d'améliorer la santé et la condition physique de ces adolescents.

Références

- Cureton, K.J., Warren, G.L. (1990). Criterion-referenced standards for youth health-related fitness tests: a tutorial. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 61(1),7-19.
- Léger, L.A., Mercier, D., Gadoury, C., Lambert, J. (1988). The multistage 20 metre run test for aerobic fitness. *Journal of Sport Sciences*, 6(2), 93-101.
- Olds, T., Tomkinson, G., Léger, L., Cazorla, G. (2006). Worldwide variation in the performance of children and adolescents: an analysis of 109 studies of the 20-m shuttle run test in 37 countries. *Journal of Sports Sciences*, 24(10), 1025-1038.
- Ruiz, J.R., Castro-Piñero, J., Artero, E.G., Ortega, F.B., Sjörström, M., Suni, J., Castillo, M.J. (2009). Predictive validity of health-related fitness in youth: a systematic review. *British Journal of Sports Medicine*, 43(12), 909–923.

Influence de l'activation spatiale de polarités sur des performances cognitives de nature mathématique : Effet de la direction du geste

Hélène Verselder¹, Hélène Lestage¹, Thibaut Brouillet¹ et Vincent Dru¹

¹Centre de Recherches sur le Sport et le Mouvement (CeRSM, EA 2931), Équipe: Émotion, Cognition, et Comportement, Université Paris Ouest Nanterre la Défense
verselder.helene@outlook.com

Introduction

Dans le cadre de la théorie de la cognition incarnée, des études ont montré que selon un axe latéral, les individus associent les stimuli positifs au côté de leur main dominante et les stimuli négatifs au côté non dominant (chez les droitiers : droit/positif, gauche/négatif, et inversement chez les gauchers, Casasanto, 2009), tandis que sur un axe vertical, les stimuli positifs et négatifs sont placés respectivement dans l'espace haut et bas quelque soit la dominance manuelle du sujet (Meier & Robinson, 2004). D'autres travaux ont montré l'effet de l'activation spatiale simultanée de ces deux polarités. Selon un modèle de correspondance de polarité, quand deux polarités activées simultanément dans l'espace correspondent l'une à l'autre, un bénéfice est observé dans les réponses des sujets, comparativement à une absence de correspondance (Proctor & Cho, 2006). Dans le cadre de l'effet SNARC (Spatial Numerical Association Response Codes, correspondance entre l'espace latéral et la magnitude du nombre: petit nombre/espace gauche et grand nombre/espace droit), des travaux ont montré que les temps de réaction étaient plus rapides lorsque les sujets répondaient avec les touches 1 (espace bas-gauche) et 9 (haut-droit) du pavé numérique respectivement face à des petits et des grands nombres, aucun effet n'est observé dans les conditions 7-3 (espace haut-gauche vs. bas-droit du pavé numérique, Gevers, Lammertyn, Notebaert, Verguts & Fias, 2006). Enfin, des travaux ont examiné l'effet de comportements moteurs unilatéraux d'approche-évitement (flexion droite, flexion gauche, extension droite et extension gauche) sur le jugement de stimuli neutres (Cretenet & Dru, 2004). Les évaluations sont améliorées lorsqu'une correspondance comportementale, en terme d'approche-évitement, est activée (flexion/droite, +/+ ou extension/gauche, -/-). Ainsi, un effet combinatoire (multiplicatif) des polarités activées influence le jugement affectif (Figure 1).

Cet effet est observé dans le cadre d'un jugement affectif et d'un jugement de magnitude mais pourrait également être observé dans le cadre d'opérations cognitives plus complexes que sont les opérations algébriques. Si le processus engagé s'avère combinatoire, les situations de correspondances spatiales devraient favoriser la résolution de multiplications.

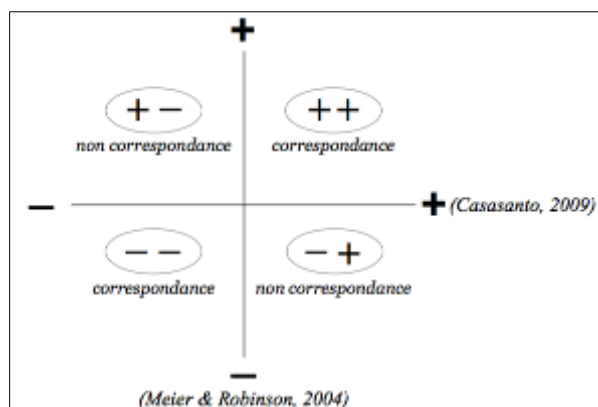


Figure 1. Schéma récapitulatif des conditions de correspondance/non correspondance des polarités

Objectifs

Ce travail a pour but d'étudier l'effet d'un geste, dirigé simultanément dans deux directions, latérale et verticale, sur les performances mathématiques. Quand une correspondance de polarité a lieu dans l'espace et dans le temps (synchrone), un effet de facilitation de la performance est observé pour

des opérations cognitives correspondant à une multiplication (aucun effet sur l'addition n'est attendu).

Méthode

Seul des droitiers ont participé à cette étude (étude 1a, $N = 42$ pour les multiplications et étude 1b, $N = 45$ pour les additions). La tâche consiste à résoudre des opérations mathématiques (48 multiplications ou 48 additions) en répondant le plus justement et rapidement possible. Pour chaque opération, le participant était amené à effectuer un geste du doigt dans une direction activant de manière synchrone les espaces latéral et vertical : haut-droit (positif-positif), haut-gauche (positif-négatif), bas-droite (négatif-positif), bas-gauche (négatif-négatif), le conduisant dans l'espace de résolution de l'opération (Figure 2).

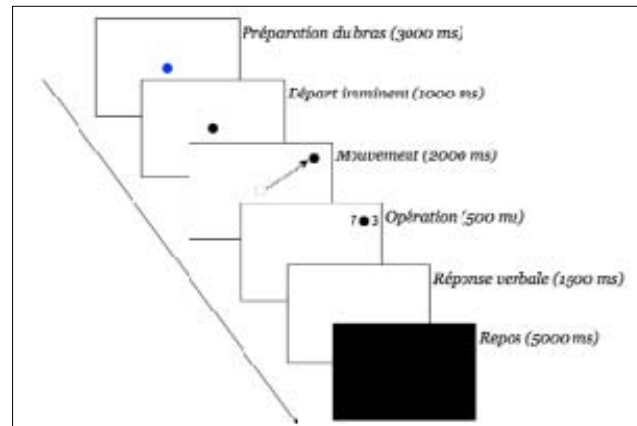


Figure 2. Protocole expérimental

Résultats

Les performances dans les espaces haut-droit ($M = .64$, $ET = .30$) et bas-gauche ($M = .64$, $ET = .30$) sont meilleures que dans les espaces haut-gauche et bas-droit ($M = .52$, $ET = .33$ et $M = .54$, $ET = .34$, respectivement) pour des opérations correspondant à des multiplications ($F(1,41) = 17.05$, $p = .00017$), alors qu'aucun effet n'est observé pour des additions ($M = .57$, $ET = .20$ en haut à droite ; $M = .41$, $ET = .19$ en bas à gauche ; $M = .44$, $ET = .20$ en haut à gauche et $M = .49$, $ET = .18$ en bas à droite ; $F(1,43) = .78$, $p = .38$). Les performances mathématiques sont meilleures quand un geste dirigé dans l'espace active deux polarités similaires et de façon synchrone (comme les polarités $+/+$ et $-/-$), en comparaison à l'activation de deux polarités différentes ($+/-$ et $-/+$).

Conclusion

Ce travail est l'un des premiers permettant de montrer que, dans le cadre de la théorie de la cognition incarnée, des actions perceptives et motrices combinées et synchrones peuvent influencer des performances cognitives de nature combinatoire.

Références

- Casasanto, D. (2009). Embodiment of abstract concepts: Good and bad in right- and left-handers. *Journal of Experimental Psychology: General*, 138, 351–367.
- Cretenet, J. & Dru, V. (2004). The influence of unilateral and bilateral arm flexion vs. extension on judgments: An exploratory case of a motor congruence hypothesis. *Emotion*, 4, 282–294.
- Gevers, W., Lammertyn, J., Notebaert, W., Verguts, T., & Fias, W. (2006). Automatic response activation of implicit spatial information: Evidence from the SNARC effect. *Acta Psychologica*, 122, 221–233.
- Meier, B. P., & Robinson, M. D. (2004). Why the sunny side is up: Associations between affect and vertical position. *Psychological Science*, 15, 243–247.
- Proctor, R. W., & Cho, Y. S. (2006). Polarity correspondence: A general principle for performance of speeded binary classification tasks. *Psychological Bulletin*, 132, 416–442.

Bouges ton corps et je te dirai comment tu te sens: Lecture de l'état émotionnel à travers la cinématique du corps

Yannick Wamain¹ et Yvonne Delevoeye-Turrell¹

¹ SCALab, CNRS, UMR 9193, Université de Lille.
ywamain@gmail.com

Introduction

Notre capacité à interagir avec autrui est très dépendante de notre faculté à percevoir leurs intentions et leurs émotions. Alors que le langage joue une part importante dans ce processus, l'ensemble des comportements non-verbaux doivent également être considérés. De nombreux travaux indiquent que la simple observation d'action d'autrui réactive les réseaux cérébraux traditionnellement impliqués dans la production de cette même action (Buccino et al., 2001). Ce phénomène dit de résonance motrice, permettrait à l'observateur de comprendre l'intention des actions d'autrui (Quesque et al. 2013). Il a par exemple été démontré que nous sommes capables d'anticiper sur les conséquences de l'action en cours à partir des ajustements moteurs observés dans la première phase de cette action (Louis-Dam et al., 1999). De la même manière, nous pouvons penser que ce phénomène est en jeu lors de la perception des émotions. Ainsi au même titre que les expressions faciales, la manière avec laquelle un individu bouge peut informer l'observateur sur l'état émotionnel de l'acteur. Dans ce cadre, l'objectif du présent travail est d'étudier le lien existant entre la cinématique du corps et l'état émotionnel. Plus particulièrement, nous avons tenté d'identifier quels sont les ajustements posturaux et cinématiques liés à l'état émotionnel de l'acteur.

Méthode

Quatorze volontaires ont accepté de participer à l'étude (10 femmes, âge moyen= 21,4 ans). Après avoir évalué leur niveau d'activité physique, ainsi que leur état de fatigue (échelle de fatigue physique) ou émotionnel (le Feeling Scale et la Geneva Emotional Wheel [GEW], Scherer et al., 2005), les participants ont été équipés de seize marqueurs passifs. Le participant a ensuite été invité à prendre place sur un ergocycle situé au centre d'un système de capture du mouvement Qualisys, afin de débiter l'expérience. A chaque essai, le participant devait pédaler pendant deux minutes après 30 secondes d'écoute passive d'un stimulus musical. La première minute d'effort s'effectuait avec le stimulus musical alors que la seconde s'effectuait en silence. Le participant était invité à pédaler à son rythme, sans nécessité de recherche de performance. Quatre types de stimuli musicaux ont été choisis et retravaillés parmi ceux développés par Vieillard et al. (2008) pour induire quatre types d'émotion : apaisement, colère, gaieté et tristesse. A ces conditions s'ajoutait une condition neutre durant laquelle le participant restait immobile durant 30 secondes avant de pédaler en silence pendant 2 minutes. Trois essais ont été réalisés pour chacune des cinq conditions d'induction émotionnelle (ordre contrebalancé entre participant). A la fin de chaque essai, le GEW était soumis au participant afin d'évaluer son état émotionnel.

Les positions des différents segments du corps en trois dimensions ont été enregistrées durant la totalité de l'expérience. A partir de ces positions ont été calculés des indices sur la cinématique de mouvement ainsi que sur la posture adoptée par le participant au cours des différentes phases d'induction émotionnelle. Sur le plan cinématique, nous avons calculé la cadence de pédalage de chaque participant (intervalle de temps entre deux passages de pédale dans la même position), mais également la variabilité de position de la tête ainsi que des épaules, où le temps nécessaire à la réalisation du premier tour de pédale. Sur le plan postural, nous avons mesuré l'angle d'inclinaison de la tête et du tronc. Ces différentes variables (à l'exception du temps nécessaire à la réalisation du premier tour de pédale) ont été moyennées sur une fenêtre temporelle de 30 secondes située au cours de la phase d'écoute du stimulus musical (10 secondes après le début du mouvement). Enfin, pour chacune des variables, nous avons calculé une différence par rapport à la condition neutre. Une ANOVA a été conduite sur ces scores de différence avec le type d'émotion induite (4 : Apaisement,

Colère, Gaieté et Tristesse) comme facteur à mesure répétée.

Résultats

Les résultats préliminaires révèlent un effet principal du type d'émotion sur la cadence de pédalage ($F(3,39) = 10.47$; $p < 0.001$) (Figure 1.). Plus particulièrement, nous constatons un allongement du temps entre deux passages de pédale dans la même position pour les conditions Apaisement et Tristesse par rapport à la condition Neutre (respectivement $t_{13} = 4.9$; $p < 0.001$ et $t_{13} = 4.41$; $p < 0.001$). De plus, nous observons une tendance sur le temps nécessaire à la réalisation du premier tour de pédale ($F(3,39) = 2.43$; $p = 0.078$). Par contre, aucune différence significative n'a été observée ni pour la variabilité de position de la tête et des épaules, ni sur les variables posturales.

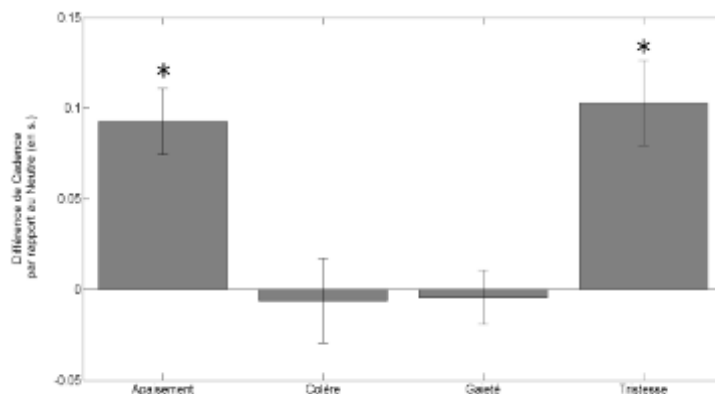


Figure 1. Evolution de la Cadence de pédalage par rapport à la condition Neutre en fonction des quatre types d'émotion induite (Apaisement, Colère, Gaieté et Tristesse)

Discussion

L'objectif de l'étude était de repérer si l'état émotionnel d'un individu peut conduire à des ajustements posturaux et cinématiques dans la production d'une activité physique. Les résultats préliminaires suggèrent que la simple écoute de stimuli émotionnels modifie notre manière de bouger. Plus particulièrement, notre état émotionnel semble impacter la cinématique de nos mouvements sans modifier la forme générale de ce dernier. Ces ajustements cinématiques fins constituent sans nul doute le substrat sur lequel les individus se basent pour inférer sur l'état émotionnel d'autrui (Pollick et al., 2005). Cette hypothèse sera testée dans un prochain protocole.

Références

- Buccino, G., Binkofski, F., Fink, G.R., Fadiga, L., Fogassi, L., Gallese, V., Seitz, R.J., Zilles, K., Rizzolatti, G., Freund, H.J. (2001). Action observation activates premotor and parietal areas in a somatotopic manner: an fMRI study. *Eur J Neurosci*, 13: 400-404.
- Louis Dam, A., Orliaguet, J.P. & Coello, Y. (1999). Perceptual anticipation in grasping movement :When does it become possible? In M.G. Grealy & J.A. Thomson (Eds). *Studies in Perception and Action*. London : Lawrence Erlbaum Associates.
- Quesque, F., Lewkowicz, D., Delevoye-Turrell, Y. N., & Coello, Y. (2013). Effects of social intention on movement kinematics in cooperative actions. *Frontiers in Neurorobotics*, 7. doi:10.3389/fnbot.2013.00014
- Pollick, F.E., Paterson, H.M., Bruderlin, A., Sanford, A.J. (2001). Perceiving affect from arm movement. *Cognition*, 82(2), B51-B61.
- Scherer, K.R., (2005). What are emotions ? And how can they be measured ? *Social Science Information*, 44(4): 695-729.
- Vieillard, S., Peretz, I., Gosselin, N., Khalfa, S., Gagnon, L., & Bouchard, B. (2008). Happy, Sad, Scary and Peaceful Musical Excerpts for Research on Emotions. *Cognition and Emotion*, 22, 750-752.

Index des auteurs

- A**
- Abdelmalek 740
 Abraham 120
 Adé 84, 85, 87, 89
 Adela 132, 688
 Agathos 336
 Agbangla 332
 Ahmaïdi 70, 132, 237, 710
 Albaret 52
 Albinet 170, 332, 338
 Alderisio 406
 Allain 313
 Allard 129
 Aloui 347
 Altimari 276
 Alwan 610, 612, 656, 658
 Amans-Passaga 654
 Amarantini 51, 52, 54, 56, 58
 Amathieu 383
 Amri 688
 Anderson 728
 Andrade 483, 614
 André 338
 Andrieu 185, 385, 398
 Andrieux 539, 732
 Androuet 256
 Antero-Jacquemin 426
 Antoine 448
 Antonini Philippe 145
 Araújo 183, 249, 465
 Arcillon 461
 Arnaud 446
 Assaïante 336
 Astier 226
 Ates 614, 694
 Attiklemé 315, 317
 Aucouturier 630, 720
 Audiffren 332, 338
 Aufradet 448
 Autret 159
 Avrillon 123
 Awaïda Carton 320
 Ayad 672
 Ayoub 616, 656
- B**
- Baati 367, 521, 618
 Bachasson 202
 Bagneux 434
 Baillet 620
 Ballay 662
 Barbier 487
 Barbu-Roth 728
 Bardy 118, 401, 402, 404
 Bargetto 732
 Basset 239
 Batandier 552, 554
 Baurès 561
 Baux 576
 Beaulieu 111
 Beaune 105, 644, 652
 Béghin 306, 345, 492, 525, 748
 Begon 129
 Belaïdi-Corsat 446
 Belkhiria 541
 Belli 269
 Ben Abderrahman 548, 570, 634, 688
 ben Brahim 738
 Ben Chikha 523
 BenAbdessamie 485
 Bendahan 505
 Benguigui 352, 478, 567, 620, 706, 708
 Bernache-Assollant 434
 Bernard 237
 Bernardin 336
 Berret 678
 Berriri 132, 688
 Berro 622
 Berrut 559, 702
 Berthelon 712
 Berthon 552, 554, 624
 Berthoz 27
 Berton 56, 58, 174, 256, 543
 Bertran 496
 Bertrand-Gaday 365
 Bertucci 410, 416, 418
 Bessot 496, 664
 Bexon 35
 Bickert 241
 Bidet-Ildei 626, 744
 Bier 138
 Bieuzen 501
 Bigard 507
 Bilodeau 111
 Blache 129
 Blais 52, 742
 Blondel 118, 136
 Blouin 698
 Boiché 216, 298, 304, 628
 Boileau 111
 Bois 380
 Boïsgontier 168
 Boisseau 134, 363
 Boissière 630, 720
 Boitel 648
 Bonafos 618
 Bonis 349, 632
 Bonneau 716
 Bonnieu 365, 367, 618
 Bootsma 712
 Bordat 585
 Borel 228, 287, 349, 648
 Borne 501
 Borrani 64
 Bosquet 114, 718
 Boudina 503
 Bougard 550
 Bougault 369
 Bouguerra 634
 Bouhaddi 116, 682
 Bouquet 636
 Bourbeau 287
 Bourbousson 85, 514
 Bourdageau 510
 Bourdier 446
 Bourdin 289, 565
 Bourguignon 60
 Bouzid 322
 Boyas 105, 111
 Boyer 467
 Brabant 642
 Brasseur 694
 Bréjard 147
 Bricot 174, 543
 Brière 68
 Brioche 365
 Brocherie 262, 668
 Brochner Nielsen 204
 Brouillet 750
 Brunel 216
 Bry 214
 Buchheit 710
 Buekers 254, 545
 Bui-Xuân 516
 Bulla I 172
 Bulla J 172
 Bunlon 636
 Burel 385
 Bussi 696
- C**
- Cabagno 463
 Caby 136, 157, 161
 Caiazzo 556
 Caillaud 363, 732
 Calmat 426
 Campillo 528
 Campo 461
 Camy 189
 Candau 64, 365
 Canet-Soulas 442
 Canivet 338
 Casanova 147, 254
 Cassirame 260, 638, 640, 710, 746
 Castel 601
 Cattagni 421, 424
 Cazaux 212
 Chabert 371
 Chadefaux 256
 Chaix 52
 Chalabaev 73, 77, 79, 81, 438
 Chaliès 383, 389, 450, 451, 457
 Chamari 291, 347, 572, 686
 Chanal 168, 300, 302
 Chaouachi 347
 Chapelot 748
 Charissou 58
 Charlot 448
 Charrin 448
 Chauvel 563
 Chavanelle 363
 Chennaoui 550
 Cheval 168, 212, 300, 302
 Chevance 304
 Chevrolat 640, 746
 Chezeaud 642
 Chirico 442

Chollet.....	672
Chopard.....	64, 365
Chorin.....	485, 644
Chtourou.....	347, 521, 570, 738
Cizeron.....	596
Clément-Guillotin.....	79
Cohen.....	220
Collet.....	276, 278, 392
Colloud.....	636
Colson.....	200, 206, 410, 412
Combes.....	369, 556
Connes.....	33, 441, 448
Coquart.....	114, 291, 646, 648
Cornu.....	54, 358, 559, 644, 702
Cornus.....	385
Corrion.....	374
Corson.....	394
Cortet.....	494, 616
Coste.....	402
Coudeyre.....	271, 273
Coudrat.....	243
Coudray.....	618
Couillandre.....	474, 480
Courrèges.....	700
Courvoisier.....	300
Coutts.....	574
Couturier.....	44, 194, 552, 554
Cremoux.....	51, 54, 56
Crielaard.....	718
Croisier.....	718
Cury.....	147
Cuvelier.....	720
Czaplicki.....	748

D

d'Arripe-Longueville.....	374
Da Lage.....	478
Dal.....	311
Dal Maso.....	56, 129
Dalla Bella.....	722
Damm.....	118
Dani.....	365
Darnis.....	666
Dastugue.....	457
Daussin.....	369, 556, 650
Davenne.....	496, 664
Daviaux.....	54, 358
de Freitas Brandão.....	436
De Henauw.....	306, 492, 525
Déas.....	603
Dechesne.....	365
Decker.....	172
Dedieu.....	510, 642
Defer.....	561
Degache.....	125
Degano.....	116, 682
Dekerle.....	369
Delalandre.....	94, 95
Delevoye-Turrell.....	752
Delfavero.....	94, 99
Delsart.....	648
Demangel.....	365
Demulier.....	670
Denis.....	38

Deriaz.....	313
Derkaoui.....	134
Desbiens.....	322
Deschamps.....	54, 358, 559, 702
Desgarces.....	38, 63, 66, 68, 295, 426
Dessurne.....	487
di Bernardo ¹	406
Di Cataldo.....	442
Di Rienzo.....	276
Dieu.....	345, 516
Dine.....	37
Djaballah.....	396
Djemai.....	295
Djemaiel.....	548
Doguet.....	265, 483
Domon ³	230
Donnard.....	105, 652
Dorel.....	44, 46, 48, 204, 235, 489
Doron.....	141
Dosseville.....	460
Doucende.....	293
Doumdo.....	448
Driss.....	243, 267, 474, 503, 541, 738
Drogou.....	550
Dru.....	519, 676, 750
Dubois.....	237, 572, 654
Dubouchaud.....	289, 371, 552, 554, 624
Duc.....	410, 418
Ducès.....	457
Duclay.....	587, 680
Duffield.....	574
Dufrenne.....	254
Duhamel.....	306, 492, 505, 525, 648
Dumond.....	241
Dupuy.....	422
Durand.....	514, 652
Durand F.....	293
Durguerian.....	550
Duvant.....	605

E

Echeverria.....	77
Edouard.....	42, 732
El Hage.....	610, 612, 616, 622, 656, 658, 660, 714
El Khoury.....	610, 616, 656, 658, 660
El Ouafi.....	642
Elipot.....	194
Ennequin.....	363, 732
Enoka.....	470
Escalié.....	455
Escriva-Boulley.....	150
Etienne.....	363
Etienne-Julan.....	448
Evin.....	453, 594
Evrard.....	187, 696

F

Fabre.....	507
Faes.....	448
Farabet.....	269, 585
Faugloire.....	352, 708
Faupin.....	226, 228

Féasson.....	35, 289, 624
Feillet-Coudray.....	618
Féménias.....	187, 696
Ferchichi.....	740
Fernandes.....	598
Feron.....	480
Ferreira Dias Kanthack.....	276
Fezzani.....	686
Filaire.....	550
Filiatrault.....	138
Flore.....	446
Focane.....	670
Fohanno.....	204
Fondraz.....	554
Fontaine.....	552, 554, 556
Fontayne.....	438, 700
Forestier.....	79, 107, 109, 125, 360, 410, 414, 579
Forthomme.....	718
Fouque.....	295
Fouré.....	505
Fouret.....	618
Fournier B.....	138
Fourot.....	273
Freddi.....	519
Freitas.....	614
Frère.....	581
Friese.....	212

G

Gabrielli.....	487
Gal-Petitfaux.....	91
Gamelin.....	630, 720
Ganière.....	596
Garcia Vicencio.....	271, 273
Garcin.....	291, 648
Garnier.....	662
Gaston.....	293
Gaudino.....	143
Gaussier.....	407
Gauthier.....	664
Gazeau.....	636
Gernigon.....	120
Gernigon C.....	692, 724
Gerus.....	476
Ghattassi.....	503, 738
Ghorbel.....	666
Ghram.....	570
Girard.....	262, 668
Giraud.....	670
Giroux.....	485
Gomet.....	324
Gondin.....	505
Gottrand.....	306, 492, 525
Gottsmann.....	387
Goulon.....	545
Gourlan.....	628
Graja.....	503, 738
Grand.....	407
Grappe.....	343
Grémeaux.....	718
Grosbois.....	646
Gros Lambert.....	343
Grosprêtre.....	127

Gruet.....	202
Guemri.....	523
Gueugneau.....	127
Gueugnon.....	402, 404
Guével.....	204, 265
Guignard.....	672
Guilhem.....	48, 123, 194, 265, 483, 489, 583
Guillet.....	380
Guillevin.....	541
Guillot.....	276, 278
Guye.....	505

H

Habacha.....	282
Haffen.....	565
Haidar.....	38
Hakim.....	521
Hambli.....	132, 688
Hamilton.....	287
Hammouda.....	503, 738
Hanicotte.....	510
Hapkova.....	293
Hardy-Dessources.....	448
Hauge.....	418
Hauraix.....	489
Hausswirth.....	194, 501, 507, 574
Hauw.....	145, 376
Hawani.....	674
Hellard.....	730
Heraud.....	304
Hermine.....	37
Heugas.....	341
Heurley.....	676
Heyman.....	556
Hilt.....	662
Hilt.....	678
Hintzy.....	192, 360, 410, 416
Horvais.....	360
Hourcade.....	66, 68
Hourdé.....	35
Huchet.....	336
Huet.....	453, 594
Hug.....	204, 483, 583, 614
Hurdiel.....	136, 161, 239, 498
Hutin.....	224
Huys.....	176

I

Ibanez-Gijon.....	545
Ibáñez-Gijón.....	254
Ibrahime.....	341
Ihalainen.....	118
Ille 680.....	
Isableu.....	336, 356, 670, 716
Isacco.....	116, 682
Isoard-Gauthier.....	378

J

Jaafar.....	243
Jacob.....	622, 660
Jaconelli.....	81

Jakobi.....	487
Jarraya.....	521
Jarraya M.....	684
Jarraya S.....	684
Jensen.....	287
Jevvrey.....	356, 716
Jidovtseff.....	123
Jirsa.....	176
Jouini.....	686
Jourand.....	87
Jourde-Autier.....	416
Jubeau.....	235, 265
Jublanc.....	365
Jullien.....	710

K

Kafatos.....	306
Kebsi.....	132, 548, 688
Kersting.....	492
Khairallah.....	610
Khursheed Hasnain.....	407
Kitzis.....	338
Kluka.....	271, 273
Komar.....	87
Korchi.....	258
Kotter-Grühn.....	81
Koumar.....	496
Kpazaï.....	315, 317, 690
Krecke.....	718
Kuehn.....	161

L

Laborde.....	461
Lacourpaille.....	483, 583
Laffaye.....	341
Lafont.....	309, 450, 451, 455
Laforest.....	138
Lagarde.....	576, 722
Lajoie.....	111
Lamnabhi.....	496
Langeard.....	496
Lapole.....	269, 585
Lardy.....	85, 204, 485
Laroche.....	682
Latouche.....	426
Laurin.....	434
Lavigne.....	134
Le Bars.....	692
Le Bihan.....	590
Le Faucheur.....	120, 241
Le Foll.....	463
Le Fur.....	505
Le Gallic.....	132
Le Mansec.....	235
Le Meur.....	574
Le Sant.....	694
Le Yondre.....	392
Leboeuf.....	230
Lebon.....	278, 280
Leclair.....	556
Leconte.....	478
Legrain.....	455
Legroux.....	494

Lejeune.....	352, 708
Lejeune-Poutrain.....	282
Lemoine-Morel.....	132, 688
Lentillon-Kaestner.....	152, 313
Lepers... ..	127, 200, 208, 354, 424, 662
Lepillé.....	696
Leprêtre.....	70, 228, 232, 576
Leprince.....	496
Leroy.....	89, 620
Lespessailles.....	616
Lestage.....	750
Leteneur.....	487
LeVan.....	426
Levin.....	168
L'hermette.....	291
Lhomond.....	698
Lienhart.....	380
Loquet.....	642
Loegel.....	700
Longcamp.....	742
Lorin.....	105
Louati.....	347
Louis.....	507
Louvet.....	220, 461

M

Maalouf.....	610, 714
Macary.....	438
Machemehl.....	187
Maciejewski.....	289, 485
Magnard.....	559, 702
Mahé.....	120, 241
Mahour Bacha.....	704
Mahour Bacha Ferahtia.....	704
Maillard.....	134
Mainguet.....	154
Maio.....	218
Maitre.....	334
Mallek.....	706
Maltais.....	287
Mancel.....	496
Mandigout.....	349, 632
Mandil.....	352, 708
Mandin.....	530
Manios.....	306, 492, 525
Manouvrier.....	710
Mantel.....	706, 708
Maquestiaux.....	561
Marais.....	556
Marck.....	426
Marco.....	243, 474, 480, 541
Marcora.....	354
Margas.....	429, 430, 432
Marie.....	567
Marin.....	401, 402, 404
Marqueste.....	147
Marrakchi.....	521
Martin.....	127, 271, 273, 664, 670
Martin C.....	442, 448
Martinent.....	141, 143
Mascret.....	147
Masmoudi.....	521
Masson.....	157, 161
Mathieu.....	138

<i>Mathieu J</i>	712
<i>Matkowski</i>	587
<i>Matran</i>	556, 648
<i>Maurelli</i>	237, 572
<i>Mauro</i>	306
<i>Mauvieux</i>	239, 284
<i>Mazure-Bonnefoy</i>	224
<i>Mecheri</i>	89, 567
<i>Mechrgui</i>	674
<i>Medd</i>	111
<i>Messonnier</i>	35, 289, 624
<i>Metz</i>	134
<i>Meugnot</i>	626, 744
<i>Michaud</i>	129
<i>Michot</i>	159
<i>Mikulovic</i>	345, 516, 748
<i>Millet</i>	143, 202, 262, 398, 533, 624
<i>Millet G. P.</i>	668
<i>Millet G. Y.</i>	269
<i>Mitonneau</i>	579
<i>Mkaouer</i>	686
<i>Moalla</i>	521
<i>Moeckesch</i>	448
<i>Mohamed</i>	376
<i>Molinaro</i>	282
<i>Molle</i>	507
<i>Molnar</i>	492, 525
<i>Monjo</i>	109
<i>Montagne</i>	147, 254, 545, 712
<i>Moreno</i>	492, 525
<i>Morice</i>	254, 545
<i>Morin</i>	42, 44, 46, 48, 70, 260, 262, 668
<i>Morio</i>	197, 271
<i>Morizot</i>	700
<i>Mostafaoui</i>	407
<i>Mouchnino</i>	698
<i>Mougin</i>	565
<i>Moulis</i>	31
<i>Mounier-Vehier</i>	648
<i>Mourot</i>	116, 512, 640, 682, 746
<i>Mrayeh</i>	322, 674
<i>Mseddi</i>	474, 480
<i>Mucci</i>	291
<i>Müllenheim</i>	241
<i>Mury</i>	442

N

<i>Nasr</i>	714
<i>Nicaise</i>	380
<i>Nicolas</i>	143, 512
<i>Noé</i>	258
<i>Noirez</i>	30, 37, 38, 66, 68, 295
<i>Nordez</i> ..	85, 235, 483, 489, 583, 585, 614, 694
<i>Nosaka</i>	265
<i>Nougier</i>	436, 563
<i>Nourrit</i>	91
<i>Noury-Desvaux</i>	120, 241

O

<i>Olivier</i>	356, 436, 563, 650, 716
<i>Ortega</i>	525

<i>Ortiz</i>	416
<i>Ouvrard</i>	343

P

<i>Pagano</i>	365
<i>Pageaux</i>	354
<i>Paget</i>	394
<i>Paillard</i>	258, 334, 572
<i>Paizis</i>	662
<i>Palluel</i>	436, 563
<i>Papaxanthis</i>	278, 280
<i>Papin</i>	326
<i>Paret</i>	91
<i>Parisien</i>	138
<i>Patelli</i>	152
<i>Paulus</i>	718
<i>Pavailler</i>	360
<i>Pawlak-Chaouch</i>	630, 720
<i>Pelletier</i>	212
<i>Pellissier</i>	214
<i>Penando</i>	134
<i>Perdikis</i>	176
<i>Perrault</i>	287
<i>Perrey</i>	537
<i>Perrier</i>	496
<i>Petiot</i>	453
<i>Petit</i>	565
<i>Petras</i>	448
<i>Pezé</i>	136, 157, 161, 239, 498
<i>Philippe</i>	64
<i>Philippon</i>	510
<i>Phomsoupha</i>	341
<i>Pialoux</i>	441, 442, 448
<i>Pinelli</i>	214
<i>Pinti</i>	616, 714
<i>Pison</i>	371
<i>Plautard</i>	265
<i>Plaza</i>	216
<i>Pochon</i>	328
<i>Point</i>	583
<i>Polito</i>	492
<i>Porcheron</i>	700
<i>Porovecchio</i>	157
<i>Porrovecchio</i>	161
<i>Pozzo</i>	678
<i>Pradat</i>	474, 480
<i>Pradon</i>	224, 226
<i>Prevost</i>	496
<i>Prévost</i>	690
<i>Prigent</i>	561
<i>Prioux</i>	237, 241, 572, 634
<i>Proteau</i>	539
<i>Py</i>	64, 365
<i>Pylouster</i>	332, 338

Q

<i>Quarck</i>	664
<i>Quiclet</i>	552, 554
<i>Quidu</i>	94, 97

R

<i>R'Kiouak</i>	85, 514
-----------------------	---------

<i>Rabita</i>	44, 46, 48, 224, 489
<i>Radel</i>	79, 302
<i>Rahman</i>	241
<i>Rahmani</i>	105, 485, 644, 652
<i>Rakobowchuk</i>	116
<i>Ramdani</i>	304
<i>Ramirez</i>	94, 101
<i>Ramonatxo</i>	367, 618
<i>Rao</i>	147, 176, 254, 256
<i>Raoux</i>	732
<i>Rasclé</i>	463
<i>Ratel</i>	271, 273
<i>Raut Le Gallic</i>	688
<i>Ravelojaona</i>	35
<i>Rebai</i>	570
<i>Rech</i>	163
<i>Récopé</i>	467
<i>Renaud</i>	168
<i>Retornaz</i>	172
<i>Rey</i>	426
<i>Rhibi</i>	570, 634
<i>Rieusset</i>	552, 554
<i>Ritter</i>	116, 682
<i>Rix-Lièvre</i>	467
<i>Roca</i>	293
<i>Rochat</i>	145
<i>Roche</i>	476
<i>Rodríguez Ballesteros</i>	338
<i>Rohmer</i>	211, 220
<i>Romana</i>	448
<i>Rønnestad</i>	418
<i>Rosnet</i>	510
<i>Rotegård</i>	418
<i>Rouard</i>	672
<i>Rouis</i>	243
<i>Rousseau</i>	68
<i>Roux</i>	147
<i>Roy</i>	722
<i>Ruchaud</i>	216, 724
<i>Ruffino</i>	278
<i>Ruiz</i>	306
<i>Rull</i>	430, 432
<i>Rulleau</i>	284, 726
<i>Rupp</i>	202
<i>Ruud</i>	418

S

<i>Sàez-de-Villarreal</i>	44
<i>Sageat</i>	349
<i>Sahraoui</i>	704
<i>Sajous</i>	680
<i>Salesse</i>	402, 404, 510
<i>Samozino</i>	42, 44, 46, 48, 260, 416
<i>Sanchez</i>	260, 446, 554, 638
<i>Sarrazin</i> ..	81, 150, 212, 302, 438, 628
<i>Saury</i>	85, 451, 453, 514, 592, 594
<i>Sauvet</i>	550
<i>Scherlen</i>	336
<i>Schmit</i>	574
<i>Scoffier-Mériaux</i>	374
<i>Sedeaud</i>	426
<i>Seifert</i> 84, 85, 145, 179, 183, 672, 730	
<i>Sellami</i>	548
<i>Sempé</i>	392

Sesbouë.....	496
Sève	592
Shili	548
Sidney	66
Siekerman	728
Simbaña Escobar	730
Simoneau	698
Simoneau - Buessinger.....	487
Sirost.....	187
SIROST.....	181
Sirvent.....	363, 732
Siti552, 554	
Sizorn	185
Sjöström.....	306, 525
Slawinski	44, 46, 48, 224
Slaimen-Malkoun	174, 543
Slowinski	406
Solmaz	736
Soppelsa	700
Souchon	211, 218
Souissi	347, 503, 738, 740
Souissi Na.	740
Souron	269, 585
Soussi	322
Srecki	510
Stephan.....	73, 75, 77, 81
Suaud.....	246
Subirats.....	293
Sutin.....	75
Swinnen	168

T

Tabben	114
Tagougui	556
Tallet	52, 54, 56, 742
Tchalla.....	349
Teasdale.....	698
Teboul	692
Temesi.....	202
Temprado.....	172, 174, 176, 543
Tépinier	134
Termoz	48, 474, 480
Terracciano	75
Terré.....	592
Terrier	107, 125
Tessier	150
Teulier	356, 478, 728

Theunynck... ..	136, 157, 161, 239, 494, 498
Thibault.....	559
Thibaut.....	676
Thomasson.....	38, 295
Thon	680, 686
Thouvarecq	85, 87, 89, 183, 620, 706
Tia607	
Tio565	
Tiollier	507
Tordi	116, 640, 682, 746
Torre.....	537
Toulotte	136
Toumi	487, 616
Tourny-chollet	620
Toussaint	37, 38, 66, 68, 284, 295, 426
Toussaint L.	626, 726, 744
Traverse.....	280
Tribet.....	389
Triolet	567
Trohel	311, 387
Trouilloud	378, 628
Tsaneva-Atanasova	406

U

Ulmer	748
-------------	-----

V

Vacher	512
Vallier	226
van Ruitenbeek	168
Vandewalle	267
Vanhaesebrouck.....	746
Vanhelst	306, 345, 492, 516, 525, 748
Varoqui.....	118
Varray	304
Vergeaud.....	632
Vergès	202
Vergne.....	87
Vergotte	537
Vérin.....	620
Vernooij.....	176
Vernus	367, 618
Verschelde.....	494
Verselder	519, 750

Vial	552, 554
Vicente-Rodriguez	492
Vidal	374
Vieluf.....	174, 543
Vignau	494
Vigouroux.....	58, 256
Vincent	35
Vinet.....	444
Visioli.....	387
Voisard	313

W

Wajdi	309
Walther	444
Waltz	448
Wamain.....	742, 752
Watelain	226, 714
Watier	498
Watt	369
Webborn.....	369
Weiss	81
Weissland	226, 228, 230, 232
Welter.....	474, 480
Whildham.....	306
Widhalm	492, 525
Wieczorek.....	556
Wilkinson-Maitland.....	287

Y

Youssef	612
---------------	-----

Z

Zakhem.....	616, 656, 658, 714
Zbidi.....	267
Zhai	406
Zhao	402, 404
Znoubi	267
Zory	224, 476
Zoubida	38
Zouhal	132, 548, 610, 656, 658, 688
Zouita	740
Zribi	570
Zunquin	239, 494