

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 [$\text{VO}_{2\text{pic}}$, 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 $\text{VO}_{2\text{pic}}$. Néanmoins, la fréquence cardiaque à $\text{VO}_{2\text{pic}}$ 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).

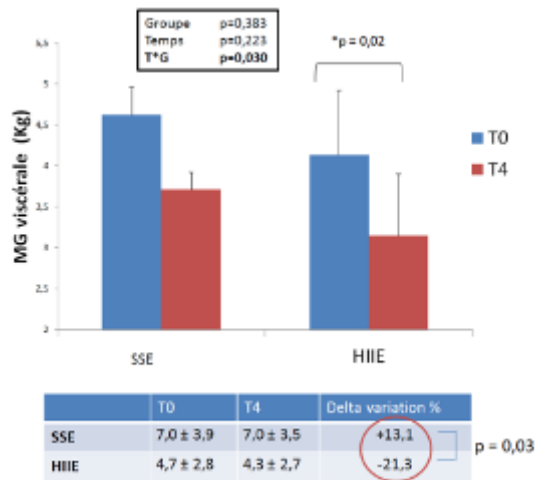
-Profil lipidique et équilibre glucidique : une prise de sang à jeun a permis de déterminer l'évolution de différents paramètres: TG, cholestérol, HDL, LDL, HbA1c et glycémie.

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.

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.

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 Jensen^{3,4}, Jean Bourbeau⁴, Alan Hamilton⁵, Hélène Perrault^{4,6}, 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).

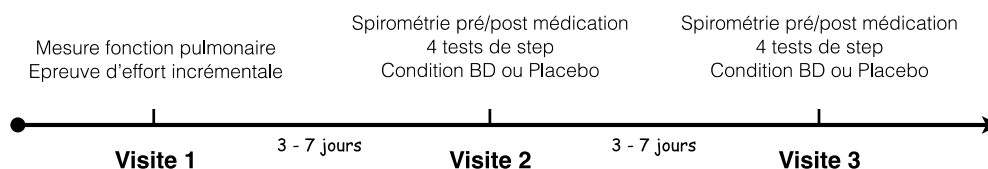


Figure 1. Protocole expérimental

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 téléométrique.

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 ± 4.7 ml.kg⁻¹.min⁻¹, associée à une fréquence cardiaque maximale de 121 ± 21 battements par minute et une ventilation pic de 48.9 ± 14.1 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 ⁻¹)	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 ⁻¹)	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 ⁻¹)	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 ⁻¹)	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 ⁻¹)	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.

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.

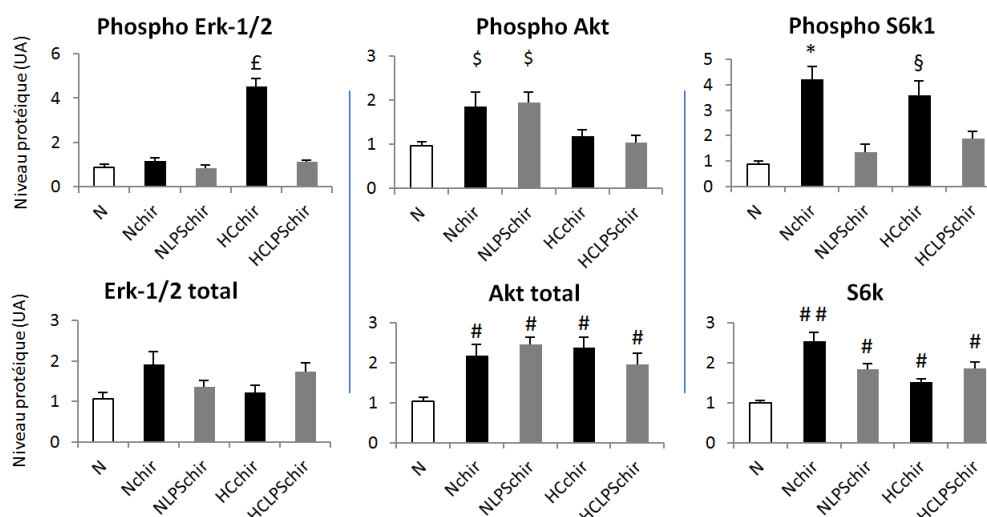


Figure 1. Effets du conditionnement sur différents acteurs protéiques impliqués dans la protéosynthèse au niveau du muscle soléaire. Moyenne \pm SEM; n = 6-8; £ : diff. de N, Nchir, NLPSchir, HCLPSchir ($p < 0.001$) ; \$: diff. N, HCchir, HCLPSchir ($p < 0.05$) ; * : diff. N, NLPSchir, HCchir, HCLPSchir ($p < 0.05$) ; # : 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

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, Chapié 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.

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 ScapuleoTM (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.

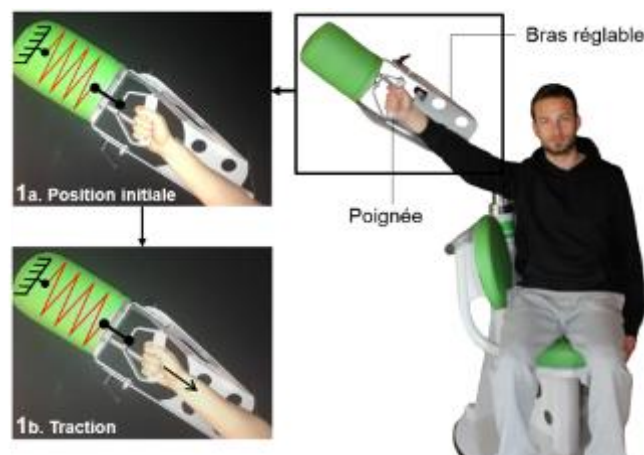


Figure 1. Illustration de l'exercice de recentrage de la tête humérale en chaîne cinétique fermée réalisé à l'aide du ScapuleoTM.

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) × 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).

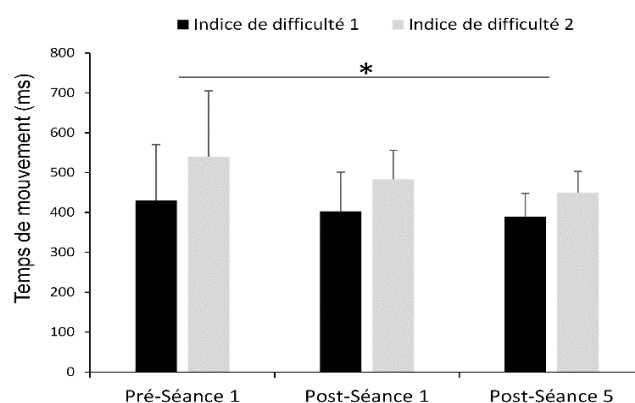


Figure 2. Effets du programme d'intervention sur les temps de mouvements calculés lors de la tâche de pointage (exprimés en ms). Indice de difficulté 1 (4,7 bits, noir), Indice de difficulté 2 (5,6 bits, gris). * $p < 0,05$.

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.