

Amélioration de la performance musculaire par Pression Continue Profonde en utilisant le dispositif *MyoDavKor*® chez des hockeyeurs de haut niveau

Outrequin J.¹, Dupuis E.², Schmitt E.³, Lapierre Sirima S.⁴, Rauline G.⁵, Landau R.⁶, Khorassani Zadeh D.⁷, Vicaut E.⁸.

¹Faculté de Médecine de Paris XI, hôpital Kremlin-Bicêtre, 63 Rue Gabriel Péri, 94270 Le Kremlin-Bicêtre

²Praticien Hospitalier, Assistance Publique Hôpitaux de Paris AP HP Bichat,

³Ancien Chef de Clinique Assistant, Saint Louis,

⁴Masseur-Kinésithérapeute, Clinique C. Bernard, Ermont,

⁵MK, AP HP Kremlin Bicêtre, hôpital Kremlin-Bicêtre, 63 Rue Gabriel Péri, 94270 Le Kremlin-Bicêtre

⁶Physical therapist, Institut de Formation en Masseur-Kinésithérapeutes d'Assas, Paris.

⁷Service de Rhumatologie, hôpital Victor Dupouy, 69 av du lieutenant-colonel Prud'hon, 95100 Argenteuil

⁸AP HP, Unité de Recherche Clinique Lariboisière - Saint Louis, Hôpital Fernand Vidal, Paris.

Introduction

Le massage est apprécié des sportifs car il favoriserait leur récupération. Cependant, des effets bénéfiques objectifs tel qu'une réduction des courbatures², une augmentation de l'élasticité ou une diminution de la raideur active ou passive ont rarement été rapportés dans les études réalisées¹⁻⁷. A notre connaissance, aucune étude n'a rapporté une amélioration des performances musculaires après massage. La croyance que le massage drainerait l'acide lactique, erronée^{1,5,8} est encore répandue tout comme la pratique de massage quand elle est abordable. Certaines études ont proposé que le bien-être qu'entraîne le massage de façon quasi unanime pouvait créer des conditions psychologiques favorable à l'amélioration parfois constatée⁸. Les études sur le massage, avec les techniques classiques⁹ du massage scandinaves : pétrissage¹⁰, effleurage, friction, tapotement, traction et vibration sont réalisés sur des durées courtes avec des traitements eux-mêmes assez courts, ce qui pourrait expliquer en partie la pauvreté des résultats. De plus ces techniques de massage sont très éprouvantes pour le thérapeute, à tel point que celui-ci devrait s'investir autant sinon plus que l'athlète participant à l'étude.

Dr Khorassani a développé une technique basée sur la Pression Continue Profonde (PCP), une pression mécanique appliquée sur les tissus mou avec pour but le traitement de divers pathologies musculo-

squelettiques : tendinopathies, lombalgies (données non publiées).

Les techniques manuelles sont très éprouvantes pour les thérapeutes, en particulier pour la technique de PCP qui nécessite des pressions importantes sur les membres du thérapeute en aboutissant parfois à des douleurs handicapantes¹¹. Techniquement, le praticien est donc limité par la pression qu'il peut exercer entraînant une dérive des protocoles en durée et en qualité. Convaincu de l'intérêt de la PCP, le Dr Khorassani a conçu le dispositif médical *MyoDavkor*® permettant de diminuer la pénibilité et la fatigue pour le thérapeute, en utilisant le poids de son corps pour exercer la pression. En outre, un dynamomètre pour la mesure de la pression est compris dans ce dispositif ; la pression peut donc être contrôlée. Ce contrôle permet de standardiser la technique de « PCP Therapy » (pression quantifiée et modulable en fonction du temps). Un ensemble de protocoles thérapeutiques basés sur la PCP Therapy a alors été établi. De plus les mains du thérapeute sont libres et le praticien entraîné peut contrôler et ressentir le relâchement musculaire. Plus de 2000 patients ont été traité par des médecins et kinésithérapeutes pratiquant la technique.

La PCP Therapy pourrait être rapprochée du traitement d'ischémie compression¹² et du Trigger Point Pressure Release¹³ développés par *Travell et Simons* pour traiter des Trigger Point (points gâchettes). Le Point Trigger^{14,15} est un dysfonctionnement neuromusculaire¹⁶ caractérisé par une dureté localisée, associée à une sensation douloureuse active ou latente auxquelles sont associées des modifications biochimiques locales¹⁷. Cette entité est entourée par des « taut band », myofibrilles inélastiques pouvant être identifiés sur une nouvelle technique d'IRM d'élasticité¹⁸ et des anomalies de perfusion locale^{19,20} s'y associent généralement. Outre le massage, le traitement des Trigger Point incluent cryogénéisation et étirement, TENS, ultrasons, laser, injection local d'anesthésique, de substances toxique ou de toxine botulique et acupuncture. Seuls, *Huguening and al.*²¹ ont étudié l'amélioration de la performance de la condition physique chez les sportifs en traitant des Trigger Point, en s'intéressant au gain sur la souplesse et la douleur des muscles glutéaux par introduction d'aiguilles au niveau de la jambe sans résultats significatifs.

Une étude-pilote a démontré une augmentation immédiate de la force maximale (Contraction Maximale Volontaire, CMV) après traitement par PCP (données non publiées : chez 3 sujets sains augmentation de la CMV, augmentation de l'endurance à 50%CMV, augmentation de la tension passive. Laboratoires Bio2M et le CNRS de l'UTC-66, Compiègne, Mr Chanussot, CMC Chantilly). Fort de constat, nous avons cherché à démontrer que ces modifications immédiates pouvaient être pérennisées par un traitement répété. Bien sûr, une amélioration des performances musculaire peut avoir une application clinique étendue. En particulier la musculature du tronc joue un rôle important dans les douleurs lombaires^{22, 23}. Nous avons privilégié l'étude de l'endurance isométrique par rapport à la force musculaire car elle nous a semblé cliniquement plus pertinente²⁴. Une faible endurance des extenseurs du tronc est un facteur prédictif positif de lombalgies aigue dans l'année²². Nous avons cherché à déterminer si le traitement par PCP Therapy pouvait améliorer l'endurance isométrique chez des sujets sains en comparant leurs performance avec ou sans traitement pendant 3 mois. Les hockeyeurs sur glace présentent une activité mixte aero-anaérobie²⁵ qui constitue, a priori, une condition globale

optimale. Une équipe semi-professionnelle a donc été étudiée.



Figure 1 : Utilisation de MyoDavkor® : selon la forme de la partie à traiter on peut utiliser la tête adaptée.

Méthodes

Participants

Les athlètes ont été recrutés dans l'équipe semi-professionnelle des Viry-Chatillon Jets. Les conditions d'exclusion était toute pathologie médicale aigue intercurrente et sur le plan intellectuel l'incapacité de comprendre et répondre aux questionnaires.

Considérations éthiques

L'étude respecte la législation nationale en vigueur pour ce type d'étude (gestionnaire du Comité de Protection des Personnes informé).

Procédure

La PCP était appliquée selon un protocole standardisé utilisant le dispositif *MyoDavKor*® sur les épaules, le dos, les hanches et les membres inférieurs pour une durée d'environ 20 minutes. Ce traitement a été réalisé une fois par semaine pendant 3 semaines suivi d'une évaluation des performances pour un total de 9 traitements sur 3 mois.

La performance a été évaluée au début de l'étude V1 et à la fin de chaque mois de traitement : 1er mois V2, 2ème mois V3, 3ème mois V4. Le critère de jugement principal était l'endurance sur 4 exercices en contraction isométrique.

Performance évaluée à chaque visite.

La durée est mesurée en secondes. L'examineur n'encourage pas le sujet et ne lui précise pas le temps effectué durant le test.

Shirado-Ito *endurance isométrique des fléchisseurs du tronc*

En décubitus dorsal, les sujets maintiennent une flexion à 90° des hanches et des genoux avec une flexion maximale du rachis cervical. Le test mesure la durée (s) que le sujet peut élever son rachis dorsal et ses omoplates au dessus du sol.

Surensen-Biering : *endurance isométrique des extenseurs du tronc*

En décubitus ventral, les membres inférieurs du sujet sont fixés jusqu'aux épines iliaques antéro-supérieures (EIAS) par des sangles au niveau des chevilles et des hanches, le haut du corps n'ayant aucun appui. Les bras sont croisés sur la poitrine et les mains reposent sur les épaules. Le test mesure la durée de maintien du sternum du sujet au dessus d'une ligne horizontale virtuelle prolongeant la table.

Endurance isométrique des extenseurs de hanche

En décubitus dorsal, le haut du corps repose sur la table jusqu'aux EIAS et est maintenu et stabilisé par les membres supérieurs. Le test mesure la durée de maintien des membres inférieurs au dessus d'une ligne horizontale virtuelle prolongeant la table

Killy : *endurance isométrique des extenseurs du genou*

Le sujet appuie son dos contre le mur. Les hanches, les genoux et les chevilles sont fléchies à 90°. Les bras sont croisés sur la poitrine, les mains reposant sur les épaules. Le test mesure la durée de maintien de position assise sans chaise en s'appuyant contre le mur.

Endurance dynamique des membres supérieurs : test des pompes.

Face au sol, les mains à plat face aux épaules une extension des coudes est réalisée en gardant le corps droit. Le sujet doit réaliser un nombre maximal d'extension/flexion successive sans toucher le sol à un rythme soutenu (un mouvement en 2 s)

Randomisation

La randomisation a été réalisée par l'Unité de Recherche Clinique par génération de blocs aléatoires.

Placebo

Un traitement placebo de PCP est impossible. Etant donné l'absence de traitement de référence en thérapie physique pour l'amélioration des performances qu'il fallait proposer aux sujets, une comparaison cohérente de l'efficacité du traitement par PCP a été comparé à son absence dans le groupe contrôle.

Etude en aveugle.

Les sujets ont été informés que le but de l'étude était d'évaluer l'efficacité mais que pour des raisons scientifiques, on ne pouvait leur préciser tous les objectifs et hypothèses de l'étude.

Contamination et cointervention

Les sujets étaient requis de ne changer aucun aspect de leur vie habituelle. En particulier, ils n'ont pas réalisé d'activité physique particulière en dehors de leur pratique du hockey, ni modifié leur régime alimentaire.

Analyse statistique.

ANOVA à 1 facteur. Le niveau de significativité a été défini à 0.05 pour tous les tests.

Résultats

20 athlètes ont été inclus pour former un groupe contrôle (n=10) et un groupe PCP (n=10).

Performance initiale et suivi.

La performance initiale (V1) a été évaluée avant tout traitement et ne trouvait pas de différence significative entre les 2 groupes. A la fin du 1^{er} mois (V2) il n'y a pas de différence significative. A la fin du 2^{ème} et du 3^{ème} mois, il existe une différence significative.

Test des pompes.

Le nombre total de pompes réalisé sur l'ensemble des visites n'est pas significativement supérieur dans le groupe PCP.

Performance	Groupe controle	PCP therapy	Pr> t	Pr_Rk > t
Visit 1	105.9 +/- 15.2	91.5 +/- 14.9	0.1842	0.1218
Visit 2	93.5 +/- 19	98.4 +/- 17.7	0.7047	0.7047
Visit 3	84.8 +/- 25.4	125 +/- 18.2	0.0128	0.0106
Visit 4	96.8 +/- 21.8	136.9 +/- 19.8	0.0098	0.0243

Figure 2 : Endurance isométrique dans les 4 visites en secondes (s); CI à 95%

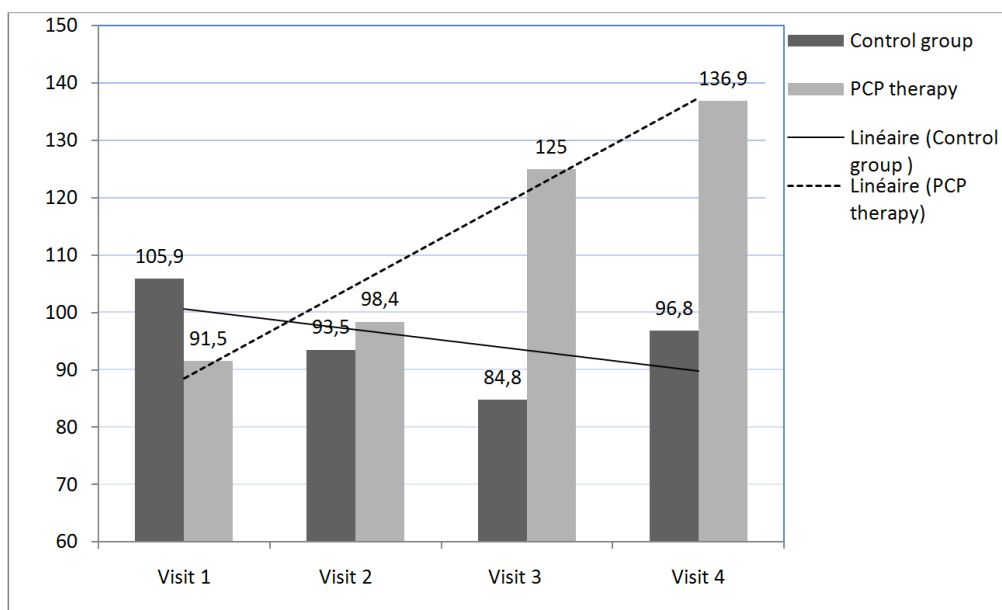


Figure 3 : Evolution de la performance sur les 4 visites

Discussion

L'endurance isométrique s'améliore significativement (+47%) dès la fin du 2^{ème} mois pour se stabiliser le dernier mois de l'étude (+43%). Les études de thérapie physique ne retrouvent pas d'amélioration des performances musculaires. Ces études s'intéressent d'abord à la douleur et au handicap et leur évaluation se fait sur des durées assez courtes. Notre protocole a été prolongé sur 3 mois car nous savions d'expérience que les bénéfices du traitement sont cumulative et qu'il existe une grande variabilité interindividuelle de l'impact des premiers traitements.

L'absence d'amélioration de performance de muscle non traités avec le test des pompes démontre que la PCP permet d'avoir une action directe sur le muscle.

Les sujets n'ont pas eu d'autre conditionnement physique que leurs 2 entraînements hebdomadaires et leurs matches. Ces hockeyeurs jouent au hockey depuis l'enfance et l'étude a eu lieu en milieu de saison garantissant leur conditionnement optimal, comme l'atteste leur performance initiale qui est dans la moyenne de ce que l'on peut attendre de leur niveau. L'écueil principal des études mesurant la performance musculaire par l'endurance isométrique serait que la motivation des sujets puisse constituer un biais important. Les performances initiales après randomisation sont équivalentes dans les 2 groupes et sont comparables à des performances où des sujets de même niveau sont encouragés pendant les tests. Le sportif de haut niveau est un compétiteur à la recherche de performance et est donc facilement motivable. On voit que les performances sont maintenues dans le groupe contrôle et s'améliore dans le groupe traité. La stagnation du group contrôle au long de l'étude montre selon nous que l'activité de hockeyeurs

n'affecte pas leurs performances dans un sens ou dans un autre. Nous suggérons également que des sujets inactifs n'auraient pas autant profité du traitement en termes de performance musculaire.

Endurance isométrique : un indicateur global de la performance musculaire.

L'entraînement de l'endurance améliore la VO₂ Max (capacité maximale de transport en O₂ dans le sang), l'activité enzymatique, la capacité glycolytique et la densité capillaire et mitochondriale. L'entraînement de la force améliore le fonctionnement neuromusculaire et hypertrophie le muscle. L'entraînement peut aussi à plus long terme modifier la prévalence de certain type de fibres musculaires. L'endurance isométrique est un test global indicateur de la force et de l'endurance du muscle

L'endurance isométrique est vraisemblablement corrélée au niveau de Contraction Maximale Volontaire (CMV), bien que cette relation ne soit pas précisément étudiée par ailleurs. Comme sus-cité, l'évaluation après traitement par PCP sur ergonètre retrouve un gain net de force. L'amélioration de la performance par PCP après 2 mois est à rapprocher de ce gain de CMV mais correspond aussi à une amélioration de la fonction musculaire.

Hypothèses sur les effets du traitement.

Capacités aérobies

Les capacités aérobies du sujet entrent en jeu pour des efforts supérieurs à 1-2 minutes, soit la durée au-delà de laquelle l'amélioration du group PCP se fait.

Augmentation de la VO₂max. Cliniquement après traitement les sujets se satisfont de « mieux respirer ».

Augmentation de la microcirculation La résistance à l'ischémie serait mise en jeu au delà de 15% de CMV. En réalité, le niveau de pression intra-musculaire n'est pas linéairement corrélé au niveau de CMV et leurs liens avec la perfusion musculaire encore plus aléatoire²⁶.

Capacités anaérobies

Elles entrent probablement en jeu car les capacités aérobies ne peuvent expliquer seules les performances sur ces tests²⁷.

Hypertrophie : Cliniquement, on constate chez les sujets une hypertrophie musculaire globale. Cette évaluation n'a cependant pas été mesurée précisément au cours de l'étude.

Optimisation neuromusculaires : L'entraînement d'amélioration de l'endurance en contraction sous-maximale entraîne une modification des niveaux et des patterns d'activation. Ces changements d'activation pourraient aussi être associés à une augmentation de la résistance à la douleur comme l'ont proposé *Durmus et al.*²⁸ qui expliquent l'amélioration des performances musculaires par TENS chez des lombalgiques chroniques par l'inhibition de nociception des fibres Ad et C.

Traitement de Trigger Point par PCP Therapy

Après traitement par PCP on peut constater une augmentation de l'élasticité des tissus mous²⁹. Cette élasticité n'est pas à rapprocher à la tension passive et active du muscle même si ces dernières sont également modifiées par le traitement. Les Trigger Point actif et latent (TrPL) ont été impliqués dans certains dysfonctionnements neuromusculaires. *Lucas et al.*³⁰ ont cliniquement mis en évidence l'impact de TrPL sur la coordination musculaire régionale et suggèrent que ceux-ci altèrent l'activité du pool de motoneurone alpha par un bas niveau de nociception. En effet, leur traitement par étirement passif et insertion d'aiguille suffisaient à restaurer une coordination régionale normale de l'épaule. L'altération du fonctionnement musculaire où siègent les TrPL serait mécanique et liée à la présence de « taut band », des fibres rigides entourant les Trigger Point. Les crampes dont la physiopathologie reste imprécise sont généralement déclenchées chez le sportif par des efforts soutenus et fatiguants. *Ge*³¹ a pu montrer que des TrPL pouvaient être impliqués dans le déclenchement de crampes. Les TrPL sont ainsi certainement impliqués dans la fatigabilité musculaire et leur traitement permet de supposer une modification de la fatigabilité musculaire en plus d'une amélioration de la coordination régionale.

Conclusion

Nous avons démontré que la PCP pouvait améliorer la performance musculaire globale sans mesures adjuvantes associées. Sur le plan clinique, ces améliorations musculaires sont régulièrement constatées chez des patients avec divers atteintes musculo-squelettiques. L'amélioration de lombalgies chroniques sera étudiée prochainement.

(1) Weerapong P, Hume PA, Kolt G (2005) The mechanisms of massage and effects on performance, muscle recovery and injury prevention. *Sports Med.* 35(3):235-56.

(2) Farr T, Nottle C, Nosaka K, Sacco P (2002) The effects of therapeutic massage on delayed onset muscle soreness and muscle function following downhill walking. *J Sci Med Sport* 5(4):297-306

(3) Tiidus PM, Shoemaker JK (1995) Effleurage massage, muscle blood flow and long-term post-exercise strength recovery. *Int J Sports Med* 16(7):478-83.

(4) Best TM, Hunter R, Wilcox A, Haq F () Effectiveness of sports massage for recovery of skeletal muscle from strenuous exercise.

(5) Robertson A, Watt JM, Galloway S D R (2004) Effects of leg massage on recovery from high intensity cycling exercise. *Br J Sports Med* 38:173-176

(6) Brummitt J (2008) The Role of Massage in Sports Performance and Rehabilitation: Current Evidence and Future Direction. *N Am J Sports Phys Ther.* (2008) February; 3(1): 7–21.

(7) Braverman DL, Schulman RA (1999) Massage techniques in rehabilitation medicine. *Phys Med Rehabil Clin N Am* 10(3):631-49, ix

(8) Hemmings and al. (2000) Effects of massage on physiological restoration, perceived recovery, and repeated sports performance. *Br J Sports Med* 34:109-11

(9) Braverman DL, Schulman RA (1999) Massage techniques in rehabilitation medicine. *Phys Med Rehabil Clin N Am* 10(3):631-49, ix

(10) Ogai R, Yamane M, Matsumoto T, Kosaka M (2008) Effects of petrissage massage on fatigue and exercise performance following intensive cycle pedalling *Br J Sports Med* 42:834-838

(11) Cromie JE, Robertson VJ, Best MO (2000) Work-related musculoskeletal disorders in physical therapists: prevalence, severity, risks and responses. *Physical Therapy* 80: 336 – 351

(12) Wang YH. (2010) Ischemic compression block attenuates mechanical hyperalgesia evoked from latent myofascial trigger points. *Exp Brain Res.* 202(2):265-70

(13) Travell, Simon (1983) *Myofascial Pain and Dysfunction : The Trigger Point Manual*

(14) Lavelle ED, Lavelle W, Smith HS. (2007) Myofascial trigger points. *Med Clin North Am.* 91(2):229-39.

(15) Gerwin RD, Dommerholt J, Shah JP (2004) An expansion of Simons' integrated hypothesis of trigger point formation. *Curr Pain Headache Rep.* 8(6):468-75

(16) Kuan and al. (2007) The myofascial trigger point region: correlation between the degree of irritability and the prevalence of endplate noise. *Am J Phys Med Rehabil.* 86(3):183-9.

- (17) Shah JP and al. (2008) Biochemicals associated with pain and inflammation are elevated in sites near to and remote from active myofascial trigger points. *Arch Phys Med Rehabil.* Jan; 89(1):16-23.
- (18) Chen and al. (2007) Identification and quantification of myofascial taut bands with magnetic resonance elastography. *Arch Phys Med Rehabil.* 88(12):1658-61.
- (19) Sikdar and al. (2009) Novel applications of ultrasound technology to visualize and characterize myofascial trigger points and surrounding soft tissue. *Arch Phys Med Rehabil.* 90(11):1829-38.
- (20) Sikdar and al. (2010) Understanding the vascular environment of myofascial trigger points using ultrasonic imaging and computational modeling. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc.* 1:5302-5.
- (21) Huguenin and al. (2005) Effect of dry needling of gluteal muscles on straight leg raise: a randomised, placebo controlled, double blind trial. *Br J Sports Med.* 39(2):84-90
- (22) Latimer J, Maher CG, Refshauge K, Colaco I (1999) The reliability and validity of the Biering-Sorensen test in asymptomatic subjects and subjects reporting current or previous nonspecific low back pain. *Spine* 24(20):2085-9; discussion 2090.
- (23) Tekin Y and al. (2009) Biering-Sorensen test scores in coal miners. *Joint Bone Spine.* 76(3):281-5
- (24) Corin G, Strutton PH, McGregor AH (2005) Establishment of a protocol to test fatigue of the trunk muscles. *Br J Sports Med.* 39(10):731-5.
- (25) Green MR, Pivarnik JM, Carrier DP, Womack CJ. (2006) Relationship between physiological profiles and on-ice performance of a National Collegiate Athletic Association Division I hockey team. *J Strength Cond Res.* 20(1):43-6.
- (26) Kramer and al. (2005) Intramuscular pressure, tissue oxygenation and EMG fatigue measured during isometric fatigue-inducing contraction of the multifidus muscle. *Eur Spine J.* 14(6):578-85
- (27) Kell RT, Bhambhani Y. (2006) Relationship between erector spinae static endurance and muscle oxygenation-blood volume changes in healthy and low back pain subjects. *Eur J Appl Physiol.* 6(3):241-8.
- (28) Durmus and al. (2008) Effects of electrical stimulation program on trunk muscle strength, functional capacity, quality of life, and depression in the patients with low back pain: a randomized controlled trial *Rheumatol Int.* 29(8):947-54
- (29) Simons DG, Mense S. (1998) Understanding and measurement of muscle tone as related to clinical muscle pain. *Pain.* 75(1):1-17.
- (30) Ge HY. (2010) Prevalence of myofascial trigger points in fibromyalgia: the overlap of two common problems. *Curr Pain Headache Rep.* 14(5):339-45.
- (31) Lucas KR, Rich PA, Polus BI. (2010) Muscle activation patterns in the scapular positioning muscles during loaded scapular plane elevation: the effects of Latent Myofascial Trigger Point. *Clin Biomech* 25(8):765-70