



L'impact que peut avoir le relâchement de la membrane interosseuse des membres inférieurs sur la puissance d'exécution du saut vertical chez les haltérophiles et chez les gens pratiquant le CrossFit.

Par
Isabelle Viau
Programme Professionnel d'Ostéopathie

Mémoire présenté à ENOSI Centre d'Ostéopathie de Montréal
en vue de l'obtention du Diplôme d'Études en Ostéopathie, grade de DO

Montréal, Québec, Canada
Août, 2021

Membres du jury d'évaluation

Diego Legrand Pharm.D., H.C., M.Sc., Directeur Scientifique
Anaïs Beaupré D.O., M.Sc., Directrice Pédagogique
Jérémy Croc D.O., B.Sc., Directeur Clinique

Superviseur de mémoire
Tristan Castonguay, Thérapeute du sport

SOMMAIRE

L'impact que peut avoir le relâchement des tensions de la membrane interosseuse des membres inférieurs sur la puissance d'exécution du saut vertical chez les haltérophiles et chez les gens pratiquant le CrossFit.

Par

Isabelle Viau

Programme Professionnel d'Ostéopathie

Mémoire présenté à ENOSI Centre d'Ostéopathie de Montréal
en vue de l'obtention du Diplôme d'Études en Ostéopathie, grade de DO

L'emphase de ce projet de recherche est de mesurer la puissance du saut vertical chez les haltérophiles et les gens pratiquant le CrossFit à la suite d'une intervention manuelle, par une thérapeute, visant à diminuer les tensions de la membrane interosseuse des membres inférieurs. Ce projet de recherche vise également à comparer les effets de cette intervention manuelle par rapport à ceux de l'auto-relâchement myofascial quant à la qualité de puissance du saut vertical. Le but est d'enrichir ce projet avec la littérature déjà présente en lien avec ce sujet, étant l'effet de l'auto-relâchement myofascial avec un rouleau en mousse sur les performances physiques, la puissance et le saut vertical.

Mots clés : Haltérophilie, CrossFit, saut vertical, puissance, fascia, membrane interosseuse, auto-relâchement myofascial, thérapie manuelle, ostéopathie

SUMMARY

Impact of the tension release on the interosseous membrane of lower limbs can have on the vertical jump power in weightlifters and in people practicing CrossFit.

By

Isabelle Viau

Professional Program of Osteopathy

A thesis presented to ENOSI in partial fulfillment of the requirements of the degree of
DO

The main idea of this research project is to measure the vertical jump power in weightlifters and over of people practicing CrossFit following a manual intervention, by a therapist, to reduce the tensions of the interosseous membrane of the lower limbs. This research project also aims to compare the effects of this manual intervention with those of myofascial self-release on the vertical jump power. The goal is to combine this project with the accessible literature on this topic, that is the effect of myofascial self-release with a foam roller on physical performance, power, and vertical jump.

Keywords: Weightlifting, CrossFit, vertical jump, power, fascia, interosseous membrane, myofascial self-release, manual therapy, osteopath

Remerciements

Je profite avec grand plaisir de cet espace pour remercier du fond du cœur toutes personnes qui a été près de moi lors de cette réalisation de ce travail.

Je remercie mon superviseur de mémoire, Tristan Castonguay, qui a su me donner les meilleurs conseils techniques pour réaliser ce travail. Il a aussi été d'un support extrêmement précieux en étant un pilier solide et très disponible. Grâce à ENOSI, nos chemins se sont rencontrés et cela a été fructueux. Merci à ENOSI!

Merci à ma mère, Monique Cuierrier, avec qui je parlais constamment de ce travail lors de nos marches matinales hivernales dans les détails et qui a toujours su être à l'écoute même si mon sujet de rédaction n'est nullement son centre d'intérêt premier.

Beaucoup de gratitude à ma grande amie, Lysanne Rivard, pour ses précieux conseils de rédaction puisque la recherche est son domaine de travail.

Merci à mon frère, Sébastien Viau, pour son écoute et pour avoir été d'une présence si aidante malgré la distance. Ainsi qu'à ma voisine, Anick St-Denis pour avoir été une source d'inspiration de motivation.

Merci à ma tante, Nicole Biel, qui me permettait d'avoir des conversations téléphoniques mensuelles sur une panoplie de sujets intéressants, dont celui de ce projet de recherche.

Merci à la clinique Ostéokiné de m'avoir permis d'exécuter mon projet de recherche dans leurs locaux.

Un énorme merci également à tous ceux qui ont participé à l'étude.

Table des matières

| | |
|---|-----------|
| INTRODUCTION..... | 1 |
| RECENSION DES ÉCRITS | 2 |
| Haltérophilie..... | 2 |
| Définition | 2 |
| Avantages..... | 5 |
| Désavantages..... | 7 |
| CrossFit..... | 8 |
| Définition | 8 |
| Avantages..... | 9 |
| Désavantages..... | 10 |
| Saut vertical..... | 11 |
| L'efficacité de mouvement | 13 |
| La composition corporelle..... | 14 |
| La force | 15 |
| La vitesse..... | 18 |
| La réactivité..... | 18 |
| La puissance | 21 |
| Fascia..... | 24 |
| Définition | 24 |
| Composition | 25 |
| Fonctions | 27 |
| Dysfonctions | 30 |
| Solutions pour un meilleur système fascial..... | 34 |
| Membrane interosseuse des membres inférieurs | 36 |
| Définition | 36 |
| Composition | 36 |

| | |
|--|-----------|
| Fonctions | 37 |
| Dysfonctions | 38 |
| Proprioception..... | 40 |
| Emmagasinage de l'énergie..... | 43 |
| Auto-relâchement myofascial | 45 |
| Définition | 45 |
| Avantages de l'auto-relâchement myofascial | 51 |
| Inconvénient de l'auto-relâchement myofascial | 55 |
| Relâchement myofascial effectué par un thérapeute | 57 |
| Ostéopathie | 62 |
| Type d'échauffements..... | 66 |
| Échauffement dynamique..... | 66 |
| Étirements à titre d'échauffement | 68 |
| Étirements..... | 70 |
| HYPOTHÈSE DE RECHERCHE | 73 |
| MÉTHODOLOGIE | 74 |
| Recrutement | 74 |
| Critères d'inclusion | 75 |
| Critères d'exclusion | 75 |
| Déroulement de la collecte de donnée | 75 |
| ANALYSE DES DONNÉES ET RÉSULTATS | 77 |
| Illustration 1 (test d'échantillon apparié) | 78 |
| Illustration 2 (tableau statistique)..... | 79 |
| Illustration 3 | 80 |
| Illustration 4 (histogramme)..... | 81 |
| Illustration 5 (tableau de comparaison multiple) | 82 |
| Calibration du logiciel..... | 83 |

| | |
|---|-----------|
| Calcul de la puissance du saut..... | 83 |
| Analyse statistique | 84 |
| Conclusion | 84 |
| RÉFÉRENCES..... | 85 |
| ANNEXES | I |
| Description des participants | i |
| Annonce de recrutement des participants | ii |

Introduction

De nos jours, il est pratique courante de consulter un(e) thérapeute manuel(le) ou d'avoir recours à un rouleau en mousse pour relâcher les tensions myofasciales dans le but d'améliorer les performances physiques ou tout simplement pour diminuer les tensions corporelles. Dans le sport de l'haltérophilie et celui du CrossFit, la puissance est un paramètre convoité afin d'optimiser l'efficacité des entraînements. Le but de ce travail est de démontrer et d'expliquer si le relâchement des tensions de la membrane interosseuse des membres inférieurs et si celui de l'auto-relâchement myofascial des jambes affecte la puissance du saut vertical. Il sera d'abord question de définir certains concepts primordiaux afin de mieux comprendre les différents aspects de ce travail. Ensuite, des études et leur résultat sur le sujet connexe seront décrits. Pour terminer, le projet de recherche de ce travail sera ensuite présenté afin de démontrer si le relâchement manuel des tensions de la membrane interosseuse des membres inférieurs affecte la puissance du saut vertical chez les haltérophiles et les gens pratiquant le CrossFit.

Recension des écrits

Haltérophilie

Définition

L'haltérophilie est un sport qui implique un mouvement explosif de triple extension au niveau des hanches, genoux et chevilles. On y inclut aussi une agilité rapide et un saut. On retrouve dans l'haltérophilie des mouvements à haute vélocité contre un poids lourd. Ceci permet donc de développer rapidement la force et de l'appliquer dans tout autre sport (Ayers et al., 2016). Les performances en haltérophilie sont grandement basées sur le potentiel de force des hanches et des jambes. Ces zones participent énormément à la réaction de force au sol (Travis et al., 2018). L'haltérophilie est un sport reconnu comme étant très efficace pour développer la force, la puissance et la vitesse chez les gens qui la pratiquent (Ayers et al., 2016).

Les deux mouvements principaux d'haltérophilie sont l'épaulé jeté et l'arraché. Ces deux mouvements se font avec une barre olympique qui commence au sol et dont le but est d'emmener cette barre, le plus verticalement et près du corps possible, en haut de la tête (pour l'arraché) et au niveau du devant de la ceinture scapulaire (pour l'épaulé jeté). Plus la barre s'éloigne du corps, moins le mouvement est efficace. Ce mouvement se décompose en 5 phases : 1^{er} tirage, transition, 2^e tirage, passage des bras sous la barre, attraper. En d'autres mots, il s'agit de lever la barre du sol, ensuite la passer en haut des genoux, extension des hanches, la barre atteint sa hauteur maximale et finalement attraper la barre au-dessus de la tête (pour le mouvement de l'arraché) au niveau de la partie antérieure des épaules (pour l'épaulé jeté). Une autre différence entre les 2 mouvements est le niveau de placements des mains sur la barre. Les mains sont placées à la largeur des

épaules pour l'épaulé jeté. En ce qui a trait à l'arraché, la largeur des mains sur la barre doit faire en sorte que la barre arrive sous les épines iliaques antéro supérieures en position debout (Schutts, 2016). Les deux mouvements d'haltérophilie comprennent chacun deux tirages de la barre olympique. Le premier s'exécute du sol jusqu'en haut des genoux et le deuxième tirage permet de compléter la trajectoire verticale de la barre et c'est celui-ci qui génère le plus de puissance (Hedrick & Wada, 2008). Lors du 1^{er} tirage, le poids de l'haltérophile est vers les talons, le centre de gravité est donc amené vers l'arrière. Cette position vers l'arrière facilite la réception de la barre lors de la dernière étape, car l'haltérophile revient légèrement vers l'avant (Schutts, 2016). C'est lors du 2^e tirage que la vitesse augmente (Schutts, 2016).

Les mouvements d'haltérophilie sont souvent utilisés chez les athlètes sportifs afin d'améliorer leur force et leur puissance (Ayers et al., 2016). En haltérophilie, il est souvent recherché d'atteindre une répétition de force maximale, cependant, il est impossible de viser ce but à chaque entraînement, car ceci est très demandant physiquement. Par ailleurs, l'arraché et l'épaulé jeté sont des mouvements souvent utilisés pour tester les performances athlétiques, mais peuvent être remplacés par des mouvements dynamiques ou isométriques qui engagent plusieurs articulations (Travis et al., 2018).

Il est d'ailleurs contre-productif et n'améliore pas la force de s'entraîner avec des charges assez lourdes pour mener à l'échec. Pour développer la force, il est plutôt conseillé de s'entraîner à 80% des efforts maximaux une journée et d'y aller plus léger la journée suivante à 60% (Suchomel et al., 2018). La force correspond à un poids maximal qui peut être bougé par un muscle ou un groupe musculaire. La puissance correspond au temps nécessaire afin d'exécuter une action spécifique. Ces 2 paramètres sont souvent analysés afin d'optimiser et d'améliorer les performances sportives. La force est souvent révélatrice du niveau de puissance. D'ailleurs, dans certaines ligues de football collégiens, afin de développer la puissance, des mouvements d'haltérophilie sont inclus dans les programmes de base d'entraînements des joueurs. Toutefois, il est requis, afin de

bien exécuter le mouvement d'épaulé jeté suspendu, une bonne amplitude de mouvement des hanches, des chevilles, des poignets et du dos. Si le niveau d'amplitude de mouvement n'est pas présent, mais que la demande selon les exercices effectués y est, il y a alors un risque accru de blessures (Behara, 2014).

Une des meilleures façons de prévenir les blessures dues aux entraînements est d'avoir une bonne amplitude de mouvement. Ceci permet de réduire les compensations et d'éviter les asymétries corporelles (Duncan, 2020).

Le mouvement de secousse (nommé jerk en anglais) concerne plutôt les actions en provenance des genoux, car c'est de là que vient la puissance de ce geste. Comparativement au saut et à la réception, où il existe une concordance entre les hanches et les genoux (Cleather et al., 2013).

Le saut vertical est un mouvement souvent utilisé pour tester les performances physiques de puissance. C'est d'ailleurs un mouvement qui fait partie intégrante des différentes étapes de l'arraché et de l'épaulé jeté (Travis et al., 2018). Le contre-mouvement sauté est souvent privilégié parmi d'autres types de sauts verticaux, car, il s'agit d'un geste plus naturel que le squat (accroupissement) sauté étant donné que les jambes bénéficient d'une plus grande force et activation. Parfois, ce mouvement est accompagné de mouvement balancier des bras. Cependant, le saut vertical ne dépend pas seulement de la puissance des membres inférieurs, mais est également influencé par d'autres facteurs (Driss et al., 2015).

Le contre-mouvement sauté permet d'aller chercher un moment d'étirement musculaire avant de procéder à l'engagement musculaire. Ceci active donc l'effet élastique des muscles extenseurs des membres inférieurs (Buscemi et al., 2019). Le contre-mouvement peut être divisé en 2 parties, une qui inclut le changement de direction juste avant de sauter et une qui est la suspension dans les airs (González-Ravé et al., 2011).

La hauteur du saut vertical ainsi que la puissance maximale observée demeurent des variables très intéressantes lorsque le sujet de l'haltérophilie désire être analysé, car ces mouvements sont en proximité avec l'haltérophilie. Un des meilleurs mouvements à exercer afin de cibler une biomécanique corporelle telle celle activée lors d'haltérophilie est le contre-mouvement sauté (Kipp et al., 2019).

Étant donné la grande force contre le sol exercée afin d'enclencher le saut pour permettre à l'haltérophile de passer sous la barre, il y a une nette ressemblance avec le mouvement du saut vertical. Il semblerait que l'haltérophilie améliore la qualité du saut vertical (Hedrick & Wada, 2008).

Un biais très fréquent au niveau de l'étude des haltérophiles concerne le petit nombre de l'échantillon, car ce n'est pas un sport pratiqué à très grande échelle. Les échantillons sont souvent plus petits ou égal à 12 ($n \leq 12$) (Travis et al., 2018).

Avantages

Une étude a comparé 3 groupes. 1 groupe qui exécutait des mouvements d'haltérophilie de type traction élevée, d'épaulé jeté avec secousses et d'épaulé jeté sans aller dans le squat complet lors de la réception (high pulls, clean and jerk et power clean). L'autre groupe pratiquait le saut vertical (contre-mouvement sauté). Il y avait aussi un groupe contrôle. Ce qui ressort de cette étude est que le groupe pratiquant les mouvements d'haltérophilie a apporté une nette amélioration au sprint de 10 mètres, au squat sauté, au contre-mouvement sauté ainsi qu'au demi-squat maximal. Le groupe ayant fait le saut vertical (contre-mouvement sauté) a eu une amélioration au contre-mouvement sauté ainsi qu'au demi-squat maximal. Bref, la pratique de l'haltérophilie apporte plusieurs

bienfaits, quoique ce soit un sport difficile à apprendre et à maîtriser. Tandis que la pratique du saut vertical est facile à opérer et à moindre coût (Robbins, 2018).

La pratique de l'haltérophilie permet d'améliorer les performances dans plusieurs autres sports tels ceux qui incorporent les sprints, les changements de direction, la force, la puissance ainsi que les lancers. Ceci s'explique par les recrutements musculaires étant similaires (Hedrick & Wada, 2008). Cette pratique permet également d'améliorer la course à pied étant donné leur point en commun de triple extension au niveau des articulations de hanches, genoux et chevilles. Ce mouvement de triple extension se fait lors du saut en haltérophilie. Un autre point en commun de ces deux activités sportives concerne la force réactive au sol (Hedrick & Wada, 2008).

L'haltérophilie est aussi réputée pour développer la puissance puisque les mouvements sont exécutés avec vitesse. Cette vitesse stimule l'implication de plusieurs motoneurones de façon synchronisée afin de répondre au mouvement de haute vitesse (Hedrick & Wada, 2008). Plusieurs groupes musculaires y sont impliqués : spécialement ceux du tronc, des hanches et des jambes. L'équilibre est donc amélioré, car l'action de recruter de gros groupes musculaires requiert également l'implication de muscles inter-segmentaires qui permettent d'apporter coordination et balance (Hedrick & Wada, 2008).

Un autre avantage de pratiquer le sport d'haltérophilie, est de pouvoir exercer l'accélération sans devoir penser à appliquer une décélération du déplacement de la barre olympique, car la gravité le fait à la place de l'haltérophile. Contrairement au développé couché par exemple où la décélération doit absolument être effectuée par l'appliquant afin de garder contrôle sur le mouvement de descente de la barre. L'haltérophile peut donc s'exercer à pratiquer pleinement son potentiel de développement de la vitesse au mouvement (Hedrick & Wada, 2008).

L'haltérophilie est un sport peu dispendieux. Il s'agit de trouver une barre olympique avec des embouts qui roulent bien afin de prévenir les blessures aux poignets, aux coudes et aux épaules. Il faut aussi des plaques d'entraînements à différents poids et des souliers d'haltérophilie. Il en est beaucoup moins dispendieux que d'acheter différentes machines de musculation. L'haltérophilie implique plusieurs groupes musculaires à l'effort. Il est donc très avantageux d'opter pour ce sport au niveau d'économie de temps, d'argent et en termes d'efficacité (Hedrick & Wada, 2008).

Les athlètes mâles haltérophiles ont entre 6 et 12% de tissus adipeux corporels (Hedrick & Wada, 2008).

Désavantages

L'haltérophilie est une discipline sportive complexe d'apprentissage. C'est donc un sport qui requiert beaucoup d'implication et de temps afin d'augmenter les charges soulevées. La patience est de mise. De plus, afin de pousser son potentiel, il est fortement recommandé que l'haltérophile ait un entraîneur pour que la technique optimale lui soit bien enseignée et pour éviter les blessures liées à l'entraînement (Hedrick & Wada, 2008).

Les blessures survenant à la suite de la pratique de l'haltérophilie sont dues à une surutilisation musculaire et articulaire, à une piètre technique ou à des impacts contre la barre olympique (ceci arrive surtout lorsque les poids sont lourds) (Hedrick & Wada, 2008).

Afin d'optimiser les performances en haltérophilie et de réduire au maximum le risque de blessures, il est conseillé de pratiquer ce sport avec le meilleur équipement possible (barre, vêtements, souliers). Un sol nivelé est absolument primordial. De plus, avoir un

plan de progression d'entraînement détaillé est une excellente idée afin de préciser les étapes. Par ailleurs un échauffement approprié est essentiel afin de bien préparer le physique et l'aspect mental (Hedrick & Wada, 2008).

CrossFit

Définition

Depuis les années 2000, le CrossFit a gagné en popularité. Il y aurait au moins 13 000 gyms de CrossFit au travers le monde. À la base, ce type d'entraînement était désigné pour les militaires, les agents de police, ... bref pour ceux dont leur travail requiert force et agilité physique. Reconnu pour développer l'efficacité de mouvement, la force et le système cardiovasculaire, le CrossFit devient attrayant pour la population générale (Meyer et al., 2017).

Le CrossFit est un entraînement dit fonctionnel à haute intensité dont la popularité est très grandissante depuis les dernières années. Il s'agit d'un entraînement de force et de conditionnement physique. L'emphase est mise sur le développement du système cardio-vasculaire, sur la force, l'endurance, la coordination, sur l'équilibre et la puissance. La flexibilité aide à avoir de meilleures performances en CrossFit. Les mouvements de CrossFit sont un amalgame de plusieurs disciplines tels la gymnastique (traction en supination ou pronation, « muscle up », « dip », « l-sit »), l'haltérophilie (arraché, épaulé jeté) ainsi que le cardio-vasculaire (course à pied, vélo stationnaire, rameur) (Claudino et al., 2018).

La plyométrie fait également partie des programmes de CrossFit. Ceci inclut des sauts à la corde, des sauts sur une boîte, des contre-mouvements sautés, des fentes sautées, des

sauts en longueur et des sauts latéraux (Wagener et al., 2020). Les mouvements de force tels les soulevés de terre, le développé couché ainsi que le squat en font également partie (Meyer et al., 2017).

Afin de tirer les meilleurs avantages du Crossfit, il est conseillé de choisir un gym où les principes fondamentaux sont bien enseignés et où les entraîneurs sont certifiés (Meyer et al., 2017).

Avantages

Les avantages physiques de pratiquer le CrossFit concernent l'amélioration de l'endurance, la capacité aérobique maximale, la force, la puissance et l'équilibre (Wagener et al., 2020). En plus des avantages cités précédemment, le CrossFit développe grandement la musculature, l'endurance et diminue la masse adipeuse (Meyer et al., 2017).

Les avantages psychosociaux s'appuient sur l'amélioration de l'humeur, un réseau social fiable développé sur la base des camarades d'entraînement et une augmentation des facteurs motivationnels (Wagener et al., 2020).

À noter que les programmes d'entraînement de CrossFit sont généralement modifiables afin d'accommoder la personne qui le pratique. Les mouvements peuvent être décomposés et effectués dans leur forme la plus simple. Les charges sont aussi toujours ajustables selon la capacité physique de la personne (Meyer et al., 2017).

Désavantages

Selon le *Consortium américain de la santé*, le CrossFit est un entraînement physique associé à un haut risque de blessures, surtout chez les débutants. Ceci s'expliquerait par le fait qu'il s'agit d'exercices à haute intensité, exigeant une bonne technique avec peu de temps de pause pendant les entraînements. Donc la fatigue s'accumule accompagnée de stress oxydatif avec moins d'adaptabilité aux mouvements répétitifs. Bref, afin de diminuer ce risque de blessures, il s'agit de monitorer la technique, la quantité de répétitions et les temps de pauses (Claudino et al., 2018).

L'entraînement de CrossFit provoque beaucoup de courbatures post entraînement. Les conseils émis à cet effet sont d'adapter les entraînements aux capacités de la personne et de prévoir des pauses (Meyer et al., 2017).

Les débutants étant considérés de pratiquer ce sport depuis 6 mois et moins ont plus d'incidence de blessures (Wagener et al., 2020). Les hommes ont plus tendance à se blesser à la suite des entraînements de CrossFit que les femmes (Meyer et al., 2017).

Les blessures les plus fréquentes ont lieu au niveau du bas du dos, des épaules et des genoux. Une personne ayant subi des blessures physiques à la suite du CrossFit a 3.75 fois plus de risques de se blesser à nouveau. Ce nombre de risques de récurrence est de presque 3 chez 12 joueurs de soccer élite qui ont été étudiés (Meyer et al., 2017).

Le taux d'incidence de blessures varie entre .74 et 3.3 blessures par 1000 heures de pratique de CrossFit. La plus récurrente est au niveau des épaules suivie du bas du dos et ensuite au niveau des hanches. Ce taux de blessures est légèrement plus haut que celui de la gymnastique, de l'haltérophilie et des disciplines de force (squat, soulevé de terre et le développé couché). Mais pratiquement équivalent que les entraînements en salle de gym

(3.1 blessures par 1000 heures de pratique) et plus bas que le taux d'incidence de blessures reliées à la course (3.6 blessures par 1000 heures de pratique) (Wagener et al., 2020).

74% des coureurs vont rencontrer une blessure (de modérée à sévère) à l'intérieur d'une année. Ce taux est beaucoup plus élevé que celui lié à la pratique de CrossFit, qui est de 19.4% (Meyer et al., 2017).

Saut vertical

Afin d'effectuer le saut vertical (le contre-mouvement sauté plus précisément), il s'agit de combiner une phase concentrique et excentrique. La phase concentrique consiste à faire le dip (squat) afin d'emmagasiner l'énergie dans les muscles. Cette phase est suivie de la phase d'amortissement où une minime pause est prise afin de permettre au corps de faire son changement de direction. Suit ensuite la phase concentrique où l'explosion est utilisée pour accomplir le saut (Woodrup, 2009).

Le saut vertical est un excellent indicateur de la puissance présente au niveau des membres inférieurs. C'est aussi un test qui permet d'évaluer les progressions chez les athlètes (Robbins, 2018). Juste à augmenter l'entraînement en force maximale, la qualité du contre-mouvement sauté est améliorée (Hedrick & Wada, 2008). Est aussi décrit que durant la phase excentrique du contre-mouvement sauté, le poids du corps est à l'avant du centre de gravité. Tandis que durant la phase concentrique, le poids du corps est principalement à l'arrière du centre de gravité (Voigt et al., 1995).

L'action de sauter inclut la motion de tout le corps. Plus la masse est importante (ici, le poids du corps), plus les muscles doivent fournir de la force pour effectuer le saut. Plus il

Il y a de la force, plus les composantes élastiques musculaires sont étirées et plus l'énergie est emmagasinée. L'emmagasinage et la restitution de l'énergie musculaire dépendent du type d'activité qui est effectué. L'emmagasinage énergétique est plus petit à la marche qu'à la course et la course à pied, moindre qu'au saut. Le centre de gravité influence également cet aspect, étant plus à l'avant lors de la course à pied (Kilani, 1988).

Afin de pouvoir exécuter le saut vertical, plusieurs articulations sont recrutées. On fait référence à une extension aux hanches, extension aux genoux et un mouvement de flexion plantaire aux chevilles. Pour optimiser la performance au saut vertical, il est conseillé de réduire et même d'éliminer les mouvements parasites qui contribuent à une fuite d'énergie, tel un valgus au niveau des genoux en contre-mouvement. De plus, idéalement, l'extension aux hanches et aux genoux est effectuée en même temps. Les muscles impliqués dans le mouvement d'extension du genou sont le vaste latéral, intermédiaire et médial ainsi que le droit fémoral. Par rapport à l'extension des hanches, il s'agit du muscle grand fessier, le semi-membraneux, semi-tendineux, le biceps fémoral et le grand adducteur. La flexion à l'épaule peut être présente lors de balancier des bras. Elle est enclenchée et produite principalement par le muscle deltoïde antérieur. Finalement le mouvement de flexion plantaire est exécuté grâce à la contraction des muscles gastrocnémiens et les soléaires (Robbins, 2018).

La hauteur du saut est en étroite relation avec l'efficacité de mouvement, la composition corporelle, la force et la vitesse (Woodrup, 2009). Il est expliqué dans une étude que la hauteur du saut vertical n'est nullement augmentée à la suite de l'auto-relâchement avec le rouleau de mousse des mollets et de la cuisse antérieure (Baumgart et al., 2019).

L'efficacité de mouvement

Ce principe est défini comme étant relié au bon engagement musculaire au moment approprié avec le bon niveau de force. Si ces critères d'exécution ne sont pas effectués adéquatement, le mouvement est accompagné d'instabilité et requiert beaucoup d'énergie. Afin de développer la puissance, il est fortement suggéré d'exécuter des entraînements avec des poids et d'effectuer des exercices de plyométrie (Woodrup, 2009).

Ce degré d'efficacité est évalué en fonction de l'apport de l'énergie qui est fournie par rapport au résultat mécanique qui en découle (Kilani, 1988).

Les mouvements de plyométrie sont explosifs et utilisent l'action d'allongement et de raccourcissement musculaire. Ces exercices ont la caractéristique de transformer la force en puissance (Suchomel et al., 2018). Le mot plyométrie vient d'un amalgame d'origine grecque; plio=augmenter et métrie=longueur. Les exercices de plyométrie comprennent différents styles de sauts. Ce type d'exercice comprend une phase excentrique et concentrique musculaire ayant lieu grâce à la composante élastique musculaire et au réflexe myotatique. Les effets de cet entraînement sont d'augmenter la force, la vitesse et la puissance explosive (Kilani, 1988).

L'efficacité de mouvement se calcule en se basant sur un ratio de performance physique et de dépense énergétique. L'efficacité de mouvement est à son meilleur lorsque l'intensité est plus forte à la phase excentrique du mouvement. Ceci s'explique par l'emmagasinage de l'énergie dans l'appareil musculotendineux. La combinaison de phase excentrique et concentrique donne lieu au réflexe myotatique d'étirement (McBride & Snyder, 2012).

Un appareil musculotendineux tendu emmagasine plus l'énergie et retourne cette accumulation de façon élastique. Les mouvements concentriques précédés de phase excentrique ont donc plus d'efficacité de mouvement que ceux qui sont seulement concentriques. Cette restitution d'énergie de façon élastique se développe. Il est possible d'entraîner cette élasticité. Il apparaît que les participants qui pratiquaient déjà les contre-mouvements sautés dans leurs entraînements physiques avaient une meilleure production de phase excentrique que les participants qui ne pratiquaient pas cette activité physique. Cette différence peut entre autre s'expliquer par une force plus présente et plus développée chez les participants pratiquant les sauts (McBride & Snyder, 2012).

Un bon fonctionnement de restitution d'énergie du couple muscle et tendon, de par leur rigidité, amène un meilleur étirement du tendon et non au niveau du muscle. Ceci permet une économie d'énergie puisque moins d'ATP (adénosine-triphosphate) est consommée par le muscle (McBride & Snyder, 2012). L'efficacité de mouvement est aussi influencée par le réflexe myotatique d'étirement, car il agit de façon positive sur la rigidité du couple musculotendineux. Ce réflexe est plus prononcé lorsque la phase d'amortissement (entre la phase excentrique et concentrique) est de durée plus courte (McBride & Snyder, 2012).

La composition corporelle

Une personne ayant peu de tissus adipeux et une petite masse musculaire a de meilleures chances d'exceller dans le saut vertical. Ceci s'explique par le poids du corps étant plus léger et donc plus facile à mouvoir. De plus, si le corps est plus léger, lors de la réception du saut vertical, il y a moins de risques de blessures articulaires, car moins d'impact. Reste tout de même discutable par rapport à la masse musculaire, car présente en grande quantité, elle facilite aussi l'exécution du saut vertical (Woodrup, 2009).

La production de la force est grandement affectée par le pourcentage de la masse musculaire et celui de la masse adipeuse du poids corporel. La force est également influencée par l'âge, le genre, le niveau d'entraînement physique (Küçükkubaş et al., 2019). Le volleyball est un sport incluant à répétition des sauts verticaux. Le pourcentage de masse adipeuse chez les hommes pratiquant le volleyball de haut niveau se situe entre 11 et 14% (González-Ravé et al., 2011).

Plus la masse musculaire squelettique augmente, plus le taux de masse adipeuse corporelle diminue (González-Ravé et al., 2011). Une masse adipeuse élevée affecte de façon négative la vitesse, la puissance et la hauteur du saut vertical (González-Ravé et al., 2011).

La morphologie influence les performances physiques. Ces paramètres incluent les fibres dominantes (de type 1 ou 2), les caractéristiques architecturales des sarcomères (en parallèle ou en série). Les variations dans les positions articulaires affectent également les performances physiques. La réponse des réflexes en est un autre (Kilani, 1988).

La morphologie influence également le type d'effet qu'a l'auto-relâchement sur le rouleau en fonction du poids corporel de la personne. Plus la personne est lourde, plus les effets seront bénéfiques, car la pression est accentuée, couvre donc une plus grande surface et plus profondément (Behara, 2014).

La force

En se référant à la 2^e loi de Newton « Une force résultante exercée sur un objet est toujours égale au produit de la masse de cet objet par son accélération. » Les haltérophiles de haut niveau en sont un exemple. Ils s'entraînent à lever jusqu'à 2.5 fois

leur poids corporel afin d'obtenir de meilleurs scores lors d'exécution en puissance. D'un autre côté, trop de force sans améliorer sa vitesse, augmente la force musculaire au dépend de la rapidité (Woodrup, 2009).

Au même titre, des entraînements physiques mettant l'emphasis seulement sur la vitesse, diminue la force musculaire. Afin d'optimiser la puissance, il convient donc de jumeler les entraînements de force et de vitesse (Woodrup, 2009). Plus il y a de contraction musculaire d'engagée, plus il y a de vélocité et moins il y a de production de force (Cormie et al., 2009).

L'augmentation de la force physique est multifactorielle. La force est influencée par le degré de pratique déjà existant, la génétique, la morphologie et la quantité d'entraînement physique pratiquée. La fatigue et la température peuvent aussi jouer sur le degré de force que peut fournir une personne. Les dommages musculaires, les affectations métaboliques ainsi que les tensions des tissus affectent le degré de force (Suchomel et al., 2018).

Lorsque le but recherché est d'augmenter la force, il est important de progresser par étapes (Suchomel et al., 2018). Les fibres musculaires de type 2 affectent de façon négative la production du rapport force-vélocité (Suchomel et al., 2018).

L'effet ressort de l'appareil musculotendineux est un facteur primordial dans les performances physiques, dont le travail de force. Les tendons et les muscles (dont leurs composantes comme les tissus conjonctifs) doivent être en mesure de pouvoir s'adapter au niveau de la force induite. L'appareil musculotendineux produit un effet de ressort viscoélastique grâce, entre autres à une protéine dans les sarcomères intramusculaires, la titine (Suchomel et al., 2018).

Les entraînements basés sur le poids corporel sont excellents pour développer la force (tel squat, pompes, traction en supination et pronation). L'envers de la médaille est d'exécuter beaucoup de répétition et de bifurquer vers l'entraînement d'endurance. Quand le poids du corps devient facile, il est recommandé d'ajouter du poids si le but est de développer la force. Les exercices basés sur le poids corporel peuvent également contribuer à améliorer l'explosivité en y ajoutant de la vitesse (Suchomel et al., 2018).

Les appareils de musculation ciblent souvent le mouvement d'une articulation. Ils ne sont pas mauvais pour développer la force. Par contre, l'aspect de la coordination n'y est pas du tout impliqué et ne représentent pas les mouvements fonctionnels (Suchomel et al., 2018)

Les mouvements d'haltérophilie ont démontré développer la puissance plus que les entraînements de sauts et de kettlebell. C'est pourquoi on retrouve souvent de l'arraché ou de l'épaulé jeté dans les programmes d'entraînements physiques, car ils ont la propriété de développer la force et la vitesse. Certaines personnes ne sont pas en mesure de pratiquer les mouvements d'haltérophilie au complet par manque de mobilité, pour causes de blessures ou par raisons de complexité des mouvements. Il est par contre démontré que même les mouvements fractionnés de l'haltérophilie apportent les mêmes bienfaits quant à la force et la vitesse (Suchomel et al., 2018).

Quant au nombre de cycles, afin de développer la force et la puissance, il est suggéré de s'en tenir à 2-3 cycles et d'opter pour une pause de 2 minutes à 5 minutes entre chaque cycle (Suchomel et al., 2018). Plusieurs études révèlent que de squater 2 fois plus que son poids améliore la hauteur du saut vertical, augmente la puissance au saut vertical et apporte de meilleurs résultats au sprint, car la course à pied est plus rapide (Suchomel et al., 2018).

La vitesse

La vitesse du saut (contre-mouvement sauté) dépend de la rapidité à laquelle la force réactive est atteinte. La vitesse est aussi corrélée à la rapidité à laquelle le mouvement complet du saut vertical est complété sans avoir perdu d'énergie pour livrer la performance. La réactivité est définie par le degré de rapidité de changement de trajectoire. Il s'agit d'agir rapidement à la suite de la descente afin d'accéder au mouvement ascendant, qui est le saut (Woodrup, 2009).

Un des meilleurs entraînements à pratiquer pour améliorer la vitesse du saut vertical est évidemment le saut lui-même, mais aussi les mouvements d'haltérophilie. Les mouvements d'haltérophilie sont considérés comme améliorant l'accès à la vitesse et la vitesse, car le poids doit être soulevé du sol où il est immobile (Woodrup, 2009).

Un autre exercice intéressant pour améliorer le saut est de pratiquer le saut de la position squat afin de développer l'inertie de mouvement (Woodrup, 2009).

La réactivité

La réactivité concerne le réflexe d'étirement myotatique. Ce phénomène se produit lorsqu'un muscle est rapidement étiré, son réflexe est de se raccourcir en réponse à ce stimulus. Concernant le saut vertical, ce réflexe sera plus fort si la descente dans le squat est rapide. Cette vitesse descendante diminue le temps d'amortissement et accélère la phase ascendante (Woodrup, 2009). Plus, il y a de délais entre la phase d'étirement et de contraction, plus il y a perte d'énergie. Un exemple qui requiert une telle implication musculaire est la course à pied et le saut. Plus la phase excentrique est rapide, plus il y a de production de puissance et de force. Ceci peut être comparé à la restitution d'énergie

plus forte si une balle est lancée sur le sol rapidement, la balle ira plus haut et plus vite. (Kilani, 1988).

Le réflexe myotatique d'étirement inclut une phase musculaire excentrique et concentrique. Il s'agit donc d'étirement et de contraction musculaire involontaire. Durant le saut, ce sont les mêmes muscles qui sont d'abord étirés pour ensuite se contracter (Kilani, 1988).

La force est plus présente lors de mouvement d'étirement avant la contraction musculaire, car les muscles squelettiques emmagasinent l'énergie par leur viscosité et leur élasticité. Pour un seul mouvement, par exemple le saut vertical (contre mouvement sauté), plusieurs muscles et articulations sont sollicités pour exécuter la tâche. La puissance du mouvement est donc orchestrée par plusieurs facteurs qui concernent le système nerveux, la biomécanique et la musculature (Kilani, 1988). La puissance est générée par le réflexe myotatique d'étirement (Kilani, 1988).

L'aspect mécanique musculaire fonctionne sur la base d'une composante contractile active réagissant à la stimulation et à l'aspect élastique passif. L'aspect élastique présente soit un aspect de composantes en série ou en parallèle. L'aspect élasticité en série étant moins nécessaire que celui en parallèle pour fonctionner avec la contractilité. Le système en parallèle est présent dans les sarcomères et les tissus conjonctifs (endomysium, pérимыsium et épимыsium) et réagit surtout aux étirements. Donc quand le muscle est étiré, une réponse de force réagit en provenance du système en parallèle. Le système en série serait situé au niveau des fibres musculaires. Donc, lors d'étirement musculaire, les fibres intrafusales s'étirent et cela crée une réaction au niveau des fibres extrafusales (Kilani, 1988).

Le lien entre les composantes contractiles et le système en série est plutôt fonctionnel que structurel. Lorsque la contraction musculaire se fait, il y a un raccourcissement du muscle

et ceci a pour effet raccourcir le système en série. Quand le muscle s'étire, il y a développement de tension dans l'aspect contractile et le système en série s'étire (Kilani, 1988). Le système en série participe aussi à la production de force en tandem avec la contractilité en y ajoutant de la vélocité en fin de mouvement, car le principal de la puissance se produit lors de l'étirement précédant la contraction (Kilani, 1988).

Les tissus musculaires ainsi que les composantes élastiques parallèles et en série restitue de l'énergie, par le phénomène élastique à la suite d'un étirement. Il s'agit du réflexe myotatique dont le but est de restaurer l'équilibre musculaire. Bref, à la suite d'un étirement, s'en suit une contraction (Kilani, 1988).

L'étirement rapide d'un muscle agit sur le réflexe spinal d'étirement (Kilani, 1988). Bref, la restitution d'énergie se fait grâce à l'aspect viscoélastique musculaire et grâce au réflexe myotatique du système nerveux. La phase excentrique en combinaison avec la phase concentrique est possible grâce au système nerveux qui provoque le réflexe myotatique. La phase concentrique, lorsque la personne quitte le sol, a lieu aussi en fonction de l'aspect viscoélastique des muscles (dans ce cas, les muscles extenseurs des hanches et des genoux) (Kilani, 1988).

L'aspect viscoélastique est comparable à un système de ressort. Lorsque le muscle est étiré de part et d'autre, un mouvement rapide de type vélocité se crée en réponse à cet étirement. Plus il y a de myofibrilles, plus il y a de la viscoélasticité et moins il y en a, plus il y a d'élasticité (Kilani, 1988).

Lors d'électromyogramme (EMG), il est démontré qu'il y a plus d'activité lors de l'étirement précédant la contraction. La phase concentrique libère donc moins de fréquence à l'EMG. Lorsqu'une commande de contraction musculaire du système nerveux au muscle est envoyée, il y a un délai de 20 à 30 ms. Sur l'EMG, à ce moment donné, il n'y a aucune fréquence. Lorsque la contraction musculaire se fait, il y a

combinaison de la myosine avec l'actine, ce qui met en tension les tendons. C'est la libération du calcium par le réticulum sarcoplasmique qui crée les ponts de liaisons entre la myosine et l'actine (Kilani, 1988).

Lorsqu'une dénivellation vers le bas est connue et prévue par le participant, il y a une augmentation des fréquences à l'EMG. Ce serait donc un réflexe planifié. Contrairement, lorsque cette dénivellation vers le bas n'est pas connue d'avance, il n'y a pas d'augmentation des fréquences à l'EMG une fois cet obstacle passé (Kilani, 1988).

La puissance

La puissance est une combinaison de force et de vitesse. Afin de l'améliorer, il s'agit de pratiquer les mouvements d'haltérophilie, de « kettlebell swing » et de mouvements sautés avec résistance. Ces mouvements sont conseillés afin de développer la force musculaire ainsi que les mouvements explosifs d'extension aux hanches (Woodrup, 2009). Il s'agit d'un effort fourni dans un laps de temps. La puissance implique plusieurs articulations et donc, par le fait même, plusieurs groupes musculaires (Hedrick & Wada, 2008).

Les muscles squelettiques produisent de la force dynamique et de la vitesse, donc la puissance. (Kollmann, 2017). La puissance est un élément crucial pour toutes activités physiques qui requiert un changement de direction et accélération (Robbins, 2018).

De plus en plus de sports aujourd'hui requièrent de la puissance. C'est pour cette raison que les entraîneurs ajoutent souvent au programme d'entraînement, de l'haltérophilie et de la plyométrie. Une des meilleures façons de mesurer la puissance et la force est par le biais de plyométrie, de force isométrique ou d'entraînement de résistance (Behara, 2014).

Une autre étude a démontré que le contre mouvement sauté combiné au saut en profondeur pendant 12 semaines a amélioré la hauteur du saut vertical. Bref, plusieurs méthodes d'entraînement de plyométrie contribuent à améliorer la qualité du saut vertical et donc, par le fait même, la puissance (Robbins, 2018).

Les entraînements en résistance sont souvent prisés chez les entraîneurs sportifs afin d'améliorer la force et la puissance (Ayers et al., 2016). Quant à la force et la puissance, c'est possible de les améliorer en travaillant sur les gains en amplitude de mouvements par exemple, par des étirements (Behara, 2014).

Il existe différents types de muscles dans le corps; muscles cardiaques (qui sont uniques et spécifiques au cœur), les muscles squelettiques (s'attachant aux os et permettant le mouvement du corps) ainsi que les muscles lisses (retrouvés à l'intérieur des organes creux). Les muscles squelettiques comportent plusieurs fibres. Les fibres de type 1 fonctionnent de façon aérobique et sont sollicitées lors d'entraînement d'endurance. Les fibres de type 2a sont utilisées lors d'activités d'endurance de courte durée comme un sprint de 400 à 800 mètres. Les fibres de type 2x sont des fibres utilisées lors d'activités qui requièrent de l'explosion comme le saut vertical, des mouvements d'haltérophilie (Robbins, 2018).

Les fibres de type contraction lentes sont capables d'endurance et résistent à la fatigue. Elles sont par contre innervées par de petits motoneurones et possèdent moins de réponses réflexes. Les fibres de type contraction rapide sont fatigables, sont innervées par des motoneurones plus gros et permettent un travail anaérobique. Elles sont sollicitées lors d'une grande force (Kilani, 1988). Les haltérophiles ont plus de facilité de recruter les fibres à contraction rapide (Hedrick & Wada, 2008).

La puissance provient de la hanche et est ensuite transmise au genou (Voigt et al., 1995). La puissance maximale est recueillie selon le ratio force-temps ainsi que le ratio de vélocité-temps durant la phase concentrique du saut (Travis et al., 2018). Le saut vertical est souvent utilisé dans les programmes d'entraînement physique afin de développer la force et la puissance. Il demeure également très intéressant d'y avoir recours afin d'y vérifier l'extension des membres inférieurs (Cleather et al., 2013).

Cette étude tente d'évaluer les effets de 2 mouvements d'haltérophilie, dont l'épaulé jeté suspendu et l'arraché suspendu sur la puissance, dont la hauteur du saut vertical, la force (1 répétition maximale au squat arrière) ainsi que sur la vitesse (sprint de 40 pieds). Peu d'études ont été réalisées sur ce sujet et les haltérophiles féminines. Une amélioration de chaque activité a été observé, mais l'étude n'est pas en mesure de préciser lequel des mouvements d'haltérophilie procure le plus grand impact sur cette amélioration (Ayers et al., 2016).

Le saut vertical est souvent une mesure observée afin de calculer le niveau de puissance et de coordination chez les sujets car c'est un mouvement simple à étudier (Niles & Sinclair, 2020).

Dans cette étude, le mouvement de l'arraché a été étudié. Il en est ressorti, lors de la phase de transition, que les femmes plient moins leurs genoux que les hommes et le font plus lentement. Lors de la phase de réception, les femmes se jettent moins bas sous la barre d'haltérophilie et plus lentement que les hommes. En ce qui a trait au déplacement vertical de la barre, les hommes démontraient une trajectoire plus linéaire au niveau du 1^{er} tirage qu'au 2^e. Alors que le déplacement de la barre des femmes était plutôt similaire aux 2 tirages. Ces différences entre les 2 genres peuvent s'appuyer sur le fait de l'implication récente des femmes dans le sport de l'haltérophilie (Ayers et al., 2016).

Dans cette étude ont été comparés le saut vertical et le contre-mouvement sauté. Le but de cette étude est de déterminer le lien entre le saut vertical et les performances en haltérophilie. Il s'est avéré qu'il n'y a pas tant de lien, excepté pour les hommes. Bref, les hommes sautant plus haut, ont de meilleures performances aux mouvements d'haltérophilie (Travis et al., 2018).

Fascia

Définition

Le fascia est une agglomération de tissus conjonctifs situés sous la peau entourant les organes et joint les muscles entre eux. Le fascia, par ses multiples fonctions, peut entre autre emmagasiner les tensions. Ce processus s'explique par une équilibration entre les muscles agonistes et antagonistes. L'étirement du fascia permet ensuite de projeter l'énergie. D'un autre côté, le relâchement myofascial réduit le principe de restitution d'énergie, mais accroît la mobilité. La façon d'effectuer ce relâchement consiste à appliquer une pression sur le fascia. Ceci peut donc être effectué par un thérapeute manuel ou par auto-relâchement myofascial (Queiroga et al., 2021).

Plusieurs types d'exercices peuvent provoquer des microdéchirures au niveau de la trame musculaire et faciale. À la suite de ça s'en suivent un processus inflammatoire, des tissus cicatriciels ainsi que des tensions au niveau des fascias, ceci pourrait donc emmener une dysfonction musculaire. Ces tensions peuvent former ensuite des points gâchette; zones où la douleur est augmentée. Le relâchement myofascial est une approche efficace pour diminuer ces zones de douleurs. Les résultats en sont donc de diminuer la douleur et d'augmenter l'amplitude de mouvement. Ce type de relâchement est pratiqué par les massothérapeutes, les physiothérapeutes, par les ostéopathes, mais aussi par la personne elle-même (souvent à l'aide d'un rouleau de mousse) (Kollmann, 2017).

La trame fasciale est présente partout dans le corps. Elle entoure les muscles, les os, les vaisseaux sanguins et les organes. Une tension fasciale peut donc affecter le libre mouvement musculaire et même compresser un nerf. Ceci peut contribuer à déclencher et entretenir une douleur. Une tension fasciale peut même avoir des répercussions sur tout le corps étant donné que le système fascial est tridimensionnel. Ces tensions peuvent donc avoir des répercussions sur le système musculaire (force, endurance, coordination) et l'alignement structurel, L'auto-relâchement myofascial est donc une alternative peu coûteuse et facile d'accès. Utilisée en pré-entraînement, cette approche permet de gagner en amplitude de mouvement et améliore l'activation du système anaérobie (Robbins, 2018).

Composition

Le système fascial, aussi nommé tissu conjonctif, peut jouer différents rôles. Il peut également varier au niveau de sa densité, sa structure et son épaisseur. Il est composé de collagène, de substance fondamentale et d'élastine. Le collagène donne la forme, le support et la stabilité. L'élastine apporte l'aspect de la flexibilité. La substance fondamentale agit à titre de coussin pour le fascia. Cette substance permet également de déterminer la capacité fonctionnelle des cellules et construit la masse de matrice extracellulaire. Cette substance étant gorgée d'eau permet la communication entre l'aspect intra et extracellulaire (Kollmann, 2017).

Le fascia entourant la musculature joue un rôle primordial dans la contraction musculaire. Il se déforme lors de contraction musculaire. La transmission de la force est possible grâce à la restitution d'énergie des fascias et à leur tenségrité. Le tissu conjonctif influence l'orientation des fibres et donc le sens du vecteur de force (Buscemi et al., 2019).

Il existe 3 types de fascias. Il y a le fascia superficiel qui est situé sous le derme et composé de 2 couches. La couche la plus en surface est composée de tissu adipeux et la seconde couche qui correspond à une mince membrane. Ensuite, on retrouve le fascia profond, qui est directement sous le fascia superficiel. Ce type de fascia est plus dense. Les muscles, les nerfs, les vaisseaux sanguins, les os et les organes sont recouverts et liés par le fascia profond. La couche la plus profonde du fascia profond est la couche sous-séreuse. Son rôle est de supporter les viscères (Behara, 2014).

Le fascia superficiel est moins dense et les fibres sont multidirectionnelles. Contrairement aux tendons qui sont plutôt unidirectionnels. Le même principe s'applique pour les fascias viscéraux (Schleip & Müller, 2013).

Le fascia profond est celui qui sépare les différents compartiments contenus dans les muscles. On y compte l'épimysium, qui entoure tout le muscle. Il y a aussi le péri-mysium, qui entoure des regroupements de fibre musculaire et lie cette couche à l'épimysium. On y retrouve aussi l'endomysium, qui entoure chaque fibre musculaire et les relie au péri-mysium (Behara, 2014).

La couche superficielle du fascia profond des membres est composée d'un système vasculaire abondant et de plusieurs nerfs. On y retrouve aussi des corpuscules de Ruffini (répondant aux étirements lents) et Pacini (réagissant aux stimulations rapides), qui sont des mécanorécepteurs présents dans les fascias superficiels et profonds. Les mécanorécepteurs sont des neurones sensoriels réactifs aux changements mécaniques (Simmonds et al., 2012).

L'eau compose le système fascial de deux tiers. La compression locale et les étirements ont un effet de circulation d'eau au travers du fascia. Cela permet une meilleure

répartition de l'eau dans les tissus faciaux ainsi qu'un meilleur échange. Apporte également un nettoyage des tissus de leurs radicaux libres, de toxines, de substances inflammatoires et d'œdème (Schleip & Müller, 2013).

L'appareil musculotendineux comprend les muscles, les tendons ainsi que leurs tissus conjonctifs. Les muscles permettent le mouvement articulaire. Les tendons sont une expansion musculaire s'attachant sur les os. Ils sont composés de tissus conjonctifs denses. Ils jouent le rôle d'équilibreur entre les tissus musculaires (Kollmann, 2017).

Le système fascial n'agit pas seulement comme restituteur d'énergie, mais aussi comme un organe sensitif. Il possède plusieurs nocicepteurs, particulièrement au niveau des rétinaculum. Un changement d'angle articulaire est facilement détecté par ces nocicepteurs. Il est également composé de propriocepteurs. En incluant les tissus conjonctifs intramusculaires et les fascias superficiels, le système fascial est considéré comme étant l'organe le plus sensitif. Il est d'ailleurs décrit dans cet article qu'une utilisation des propriocepteurs situés dans le système fascial (tels les tendons) peut parvenir à réduire la douleur fasciale, comme quoi les différents rôles des fascias ont une influence l'un sur l'autre (Schleip & Müller, 2013).

Fonctions

La trame fasciale joue plusieurs rôles : conduire l'effet de douleur, transmettre l'énergie et transmettre les stimuli mécaniques vers des réponses électrochimiques (Niles & Sinclair, 2020).

Selon les activités physiques prédominantes, les fascias du corps répondent à ce stimulus en se remodelant, en devenant plus denses et plus forts. Par exemple, juste le fait de marcher accroît la densité du fascia latéral de la jambe, plus que celui de la zone médiale

de la jambe. Cette adaptation du tissu fascial se fait surtout par les fibroblastes qui s'adaptent aux différents mouvements quotidiens. Ces changements se font au niveau de la longueur, de la force et de la densité des fascias. Tous les 18 mois, il y a un renouvellement des fibres de collagène contenu dans les fascias (Schleip & Müller, 2013).

Les fibres contenues dans les fascias de jeunes personnes sont plutôt ondulées et sont bidirectionnelles, ce qui facilite l'effet ressort. Chez les personnes plus âgées, les fibres sont plutôt droites et vont dans plusieurs sens. En d'autres mots, la pratique régulière d'exercices physiques qui requiert une certaine élasticité entretiendra un système fascial plus jeune et ondulé, telle une course à pied quotidienne. Une activité de ce genre alimente l'effet élastique des tendons et des fascias des membres inférieurs. C'est ce qui permet l'emmagasinage de l'énergie pour ensuite la restituer et accomplir un saut par exemple. L'action du fascia est de se raccourcir pour ensuite s'allonger (Schleip & Müller, 2013).

Différentes activités physiques ont diverses répercussions sur le système fascial. Le travail musculaire active les fibres fasciales parallèles et transverses aux myofibres. L'étirement statique a un impact sur les fibres fasciales parallèles aux myofibres ainsi que les connexions extra-musculaires. Les étirements chargés activement ont une répercussion sur la quasi-totalité des fibres fasciales, celles en série, parallèle et extra musculaire aux myofibres. Ce type d'étirement consiste à activer un muscle dans sa position de longueur (Schleip & Müller, 2013).

Les étirements chargés activement sont aussi nommés mouvements excentriques. Ils ont démontré produire une adaptation mécanique bénéfique au niveau de la force et de la puissance. Ils améliorent également l'adaptation morphologique des tendons et des fibres musculaires. Ils augmentent la rapidité de réponse des neurones moteurs ainsi que la performance comme les sauts vertical, sprint, etc. (Suchomel et al., 2018).

Les fibrocytes sont des cellules qui lient et maintiennent le collagène et la structure fondamentale ensemble. Ces cellules régulent la pression et le volume de liquide contenu dans la trame fasciale. Les fibrocytes répondent également aux étirements par des mécano-transduction (Simmonds et al., 2012).

Les fascias ont également un rôle important pour les muscles. Ils apportent une connexion entre les fibres musculaires. Ils permettent un alignement adéquat pour les vaisseaux sanguins et lymphatiques ainsi que les nerfs. Les fascias servent de véhicule pour un apport nutritionnel et participent au drainage lymphatique (Kollmann, 2017).

Le système fascial sert de support structurel, car il maintient les organes au squelette ou entre eux par des ligaments. Il forme également des capsules au niveau des os aux articulations (Stecco, 2014). La trame fasciale sert également de liaison au niveau du corps par les ligaments, les tendons et les fascias (Stecco, 2014). Elle sert également de protection pour les organes, car elle les entoure et leur offre protection contre les organes et structures avoisinantes. Cette couche fasciale permet aussi la mobilité des organes en réduisant les frictions entre eux (Stecco, 2014).

Les tissus conjonctifs servent à passer les nutriments du sang aux cellules par diffusion. Dans le sens inverse, les déchets cellulaires passent par les tissus conjonctifs avant de retourner au sang (Stecco, 2014). Par ailleurs, le tissu adipeux est une forme de fascia et sert de réserve d'énergie (Stecco, 2014). Les tissus conjonctifs servent aussi à réparer les tissus à la suite d'un traumatisme ou d'une cicatrice (Stecco, 2014).

Dysfonctions

Le système fascial peut rencontrer certaines restrictions de mouvements expliquées par des conséquences de blessures, d'inactivité, d'inflammation ou de maladies. Il en résulte donc un manque d'élasticité et de la déshydratation. La réaction fasciale à ce manque d'élongation est de se lier à l'entour de cette zone, ce qui crée des adhérences. Ces adhérences ont pour conséquences de créer de la douleur, une hypertonicité neuromusculaire et une diminution d'amplitude de mouvement, de force, d'endurance, de coordination motrice ainsi que d'extensibilité. Les 2 façons de diminuer ces adhérences fasciales sont par la massothérapie ou par le relâchement myofascial. Quoique la massothérapie soit grandement une alternative populaire dans le monde sportif, les évidences qui en supportent l'efficacité sont peu nombreuses, surtout au niveau des effets sur l'entraînement (donc précédant la séance sportive). Les pressions plus fortes induisent une meilleure circulation sanguine et lymphatique, apportent un meilleur drainage des tissus et réduisent l'inflammation (Behara, 2014).

Des modifications et altérations de la trame fasciale peuvent avoir des effets sur la vie de la personne. Ces altérations sont difficiles à trouver avec des tests conventionnels. La fatigue chronique en est un exemple (Buscemi et al., 2019).

Les différentes couches d'un système fascial en santé vont normalement glisser l'une sur l'autre, mais lorsqu'il y a des adhérences, elles s'accrochent ensemble. Lorsque ce système va bien, il permet donc une bonne élasticité et flexibilité. Ce qui peut créer ces adhérences fasciales est entre autre relié aux blessures ou à l'immobilisation à la suite d'une blessure (Robbins, 2018).

Le tissu conjonctif peut souffrir de traumatismes comme des blessures de type entorse, contusion, peut aussi survenir à la suite de microtraumatismes répétés. Souvent reporté par les clients comme une douleur ressentie lors de mouvements excentriques. Ceci

témoigne donc d'un tissu conjonctif irrité et avec adhérences. Une telle dysfonction peut donc gêner la mécanique corporelle et réduire l'apport en nutriments, affecter la circulation sanguine et lymphatique. Si la problématique n'est pas adressée et réglée, des points gâchettes se forment (Kollmann, 2017).

S'il y a un manque de mouvement, non seulement l'effet élastique du fascia diminue, mais il risque aussi d'y avoir accolement entre les différents feuillets. Les étirements passifs et dynamiques améliorent la composition du tissu conjonctif. Sur le long terme, la force, le saut en hauteur et la vitesse en sont améliorés. Cependant, si les étirements passifs sont effectués tout juste avant une activité physique, ce sera contre-productif par rapport à la force et la puissance, mais a un effet anti-inflammatoire et analgésique. Il est recommandé d'effectuer ces différents types d'étirements afin d'incorporer différents types de fibres fasciales (Schleip & Müller, 2013).

Un autre type de massage consiste à faire des frictions profondes soit de manière circulaire ou de façon transversale aux fibres musculaires. Ce type de massage est spécialement utilisé et efficace pour les zones de tissus endommagés de type adhérences fasciales (Behara, 2014).

Les tensions myofasciales peuvent s'exprimer par un manque de mobilité lors d'exercices physiques ou par des zones douloureuses à la palpation au niveau des fibres musculaires appelées « Trigger point ». Les points gâchette (trigger point) peuvent aussi être détectés par un manque d'amplitude de mouvement et une faiblesse musculaire (Kalichman & David, 2017).

Les points gâchette sont des points hyper irritables présents soit dans les muscles ou les fascias. Les points gâchette latents ne sont pas douloureux, mais peuvent tout de même affecter la mobilité et apporter une faiblesse musculaire. D'un autre côté existe les points gâchette actifs qui occasionnent de la douleur même au repos. Si une pression est exercée

sur les points gâchettes actifs, cela provoque une réaction de sursaut, car ils sont très douloureux (Kollmann, 2017).

Des tensions musculaires sont très souvent expliquées par la présence de points gâchettes présents dans le ventre musculaire. Souvent vulgarisé comme étant des nœuds. Ces tensions fasciales peuvent très bien diminuer grâce à la massothérapie par exemple. Le désavantage est que l'action de diminuer ces adhérences prend beaucoup de temps de la séance de massage et ceci est donc couteux. Contrairement à l'auto-relâchement myofascial, qui est peu couteux, donnant les mêmes résultats et très accessible. La grande différence entre ces 2 approches est que l'auto-relâchement myofascial est réalisé grâce au poids du corps contre le rouleau de mousse (Behara, 2014).

Un nombre grandissant d'individus rencontrent des douleurs musculaires, dont une grande proportion, la cause est de source de tensions myofasciales. Plusieurs approches sont utilisées pour traiter ces tensions telles l'aiguilletage à sec, injections, massages, étirements, relâchement myofasciales, thérapie neuromusculaire (pression ischémique), ultrason thérapeutique, laser, etc. La plus populaire demeure le relâchement myofascial agissant sur les accolements fibreux formés entre les différentes couches de fascia. La procédure consiste à appliquer une douce pression en étirant les fascias en restriction de mouvement. Les approches mentionnées permettent au patient d'être passif (Kalichman & David, 2017).

Les points gâchettes dans les fascias augmentent la fatigabilité musculaire, le risque de crampes musculaire et affectent négativement l'engagement du patron musculaire. Ce qui ressort de cette étude est qu'il n'y a aucune diminution de la sensation de douleur provenant des points gâchettes autant chez le groupe placebo que celui qui effectue l'auto-relâchement myofascial à l'aide d'un rouleau de mousse (par mouvement de va-et-vient). Cependant, ce qui semble diminuer cette sensation de douleur est plutôt la compression ischémique appliquée sur le point gâchette par un thérapeute. Cette

compression peut aussi être accomplie par le client à l'aide du rouleau de mousse en insistant plusieurs secondes sur le point gâchette (Wilke et al., 2018).

Les points gâchettes sont très souvent la cause d'une hypomobilité articulaire. Ceci s'explique par une restriction tissulaire qui entretient une boucle d'information vers le système nerveux central (Simmonds et al., 2012). Il est toutefois bénéfique d'opter également, en tant que thérapeute manuel, pour la mobilisation articulaire, car ceci a un effet sur les muscles, ligament et fascias s'y attachant (Simmonds et al., 2012). Une autre étude explique que la pression statique du rouleau de mousse diminue la sensibilité du point gâchette (Hendricks et al., 2020).

Exécuter des sauts verticaux à répétition peut créer des tensions dans les fascias. Ces tensions peuvent créer des restrictions de mouvements, spécialement au niveau des genoux. Les deux actions à titre de prévention à faire dans ce cas sont de faire des étirements et des auto-relâchements myofasciaux à l'aide d'un rouleau de mousse (Woodrup, 2009).

Les tensions myofasciales peuvent faciliter l'installation de restrictions de mouvements, de blessures, de déséquilibres musculaires et inflammations. Ces tensions peuvent même emmener certains muscles à être surutilisés (Behara & Jacobson, 2017).

La grande majorité des blessures chez les athlètes sont en lien avec les tissus faciaux, tels ligaments, tendons, aponévroses, enveloppes musculaires, liens articulaires, rétinaculum. Le fascia est considéré comme étant un grand tissu de tenségrité qui s'étend sur tout le corps et composé de tissu conjonctif et de fibres de collagène. Sur la base du fascia, tous les organes et muscles sont connectés (Schleip & Müller, 2013). Un système fascial bien entretenu permet une meilleure élasticité et résilience pour les gens qui sont actifs physiquement. Les entraînements qui améliorent la condition du système fascial sont le yoga, le pilates et les arts martiaux (Schleip & Müller, 2013).

Solutions pour un meilleur système fascial

Afin d'utiliser le plein potentiel de la capacité élastique du fascia, il est suggéré d'opter pour des contre mouvements. Par exemple, avant d'exécuter le saut vertical, il s'agit de descendre en squat afin de mettre sous tension le système fascial. Ceci est comparé au jeu du yoyo. Il faut donc être arrimé avec le moment optimal de changement de direction afin d'utiliser le mouvement de ressort de façon complète (Schleip & Müller, 2013).

Le type d'étirements proposé afin d'améliorer le système fascial n'est pas celui où la personne demeure immobile en position d'étirements, mais plutôt celui qui est accompagné d'une dynamique lente. Il est d'ailleurs suggéré de cibler des chaînes plutôt qu'un muscle en particulier et d'opter pour des angles différents comme la diagonale, la rotation et la spirale. De cette façon, une plus grande portion du réseau fascial est impliquée. Il faut tenir en considération que le système fascial prend plus de temps que la musculature à se modifier, mais les effets sont plus durables. Il est conseillé d'effectuer des exercices s'adressant à la toile fasciale quelques minutes 1 à 2 fois par semaine. Les effets les plus marquants se voient après 6 à 24 mois. Ces effets sont exprimés par une matrice de collagène plus flexible et résiliente. Il est tout de même suggéré de combiner ce genre d'exercices à ceux de la musculation, du cardiovasculaire et de la proprioception (Schleip & Müller, 2013).

Il est aussi mentionné dans cet article que l'auto-relâchement myofascial avec le rouleau de mousse a un effet de réhydratation de la toile fasciale. En créant une pression et un mouvement de va-et-vient sur les différentes chaînes fasciales du corps, cela chasse les fluides stagnants pour ensuite en apporter des nouveaux et ainsi améliorer la circulation. Ce principe est très similaire au travail fascial qu'un thérapeute exécute (Schleip & Müller, 2013).

D'ailleurs, afin de rafraîchir l'état fluide du système fascial, il est recommandé chez le coureur de se mettre à la marche lorsqu'il sent qu'il perd l'effet de ressort à la course. La marche permet aussi au réseau fascial de se recharger en collagène (Schleip & Müller, 2013).

Afin d'augmenter l'amplitude de mouvement, il est suggéré d'employer l'auto-relâchement myofascial avec le rouleau de mousse en plus d'étirements (Kalichman & David, 2017).

Dans cette étude, 3 groupes sont comparés. Un qui ne fait ni d'auto-relâchement myofascial à l'aide d'un rouleau de mousse ni d'étirements dynamiques, un qui fait l'auto-relâchement myofascial à l'aide d'un rouleau de mousse et l'autre groupe qui exécute les étirements dynamiques. Ni un ou l'autre n'a eu d'effets positifs sur le saut vertical. En revanche, il y a eu une nette amélioration de la flexibilité à la hanche à la suite de l'auto-relâchement myofascial à l'aide d'un rouleau de mousse ainsi qu'à l'étirement dynamique (Behara & Jacobson, 2017).

Bref, l'utilisation du rouleau de mousse pour faire l'auto-relâchement myofascial n'est pas recommandée afin d'augmenter les performances physiques, car il n'a aucun effet sur la force et la puissance. Il est plus pertinent d'y avoir recours post entraînement au niveau des muscles adducteurs, ischio-jambiers, quadriceps, tractus ilio-tibial et les trapèzes. Cette utilisation a pour effet de réduire le pouls brachial et tibial et augmenter l'oxyde nitrique au niveau du plasma. Bref améliore la souplesse artérielle ainsi que la fonction endothéliale vasculaire (Kalichman & David, 2017). Les effets de cette pression sont une meilleure circulation, et on améliore l'amplitude de mouvement en stimulant le réflexe d'étirement musculaire. Cette technique a des effets positifs sur les patients ayant fait un AVC. Le relâchement myofascial des membres inférieurs avec une balle de tennis améliore leur équilibre (Kollmann, 2017).

Le massage et les étirements sont prouvés pour surtout réduire l'activation des neurones moteurs et d'augmenter la flexibilité. D'un autre côté, ces approches sont également réputées pour réduire la perception de la douleur musculaire et de réduire les adhérences fasciales. Des adhésions fibreuses dans les tissus se forment à la suite de l'exercice physique. Ces adhérences ont pour conséquences d'affecter de façon péjorative la mécanique du corps en réduisant les amplitudes de mouvements articulaires, allongements et coordinations musculaires ainsi que réduire la force musculaire et la puissance. Ces adhérences peuvent également être le point de départ pour des blessures, des déséquilibres musculaires, sur-recrutement de certaines fibres musculaires, microtraumatismes répétés et inflammation (Behara, 2014).

Membrane interosseuse des membres inférieurs

Définition

La membrane interosseuse est une bande de tissu conjonctif de fibres épaisses se situant entre la fibula et le tibia. L'orientation des fibres descendent obliquement du bord latéral du tibia vers le bord médial de la fibula, excepté pour la partie supérieure où les fibres sont vers le haut. On y retrouve 2 ouvertures, une à la partie supérieure et l'autre en inférieur qui servent de passage pour les vaisseaux du compartiment antérieur au postérieur (Drake et al., 2009).

Composition

La membrane interosseuse est composée de 2 types de réseaux fibreux, dont le principal étant composé de fibres larges amalgamées avec un groupe de fibres plus fines et

filamenteuses. Ces 2 réseaux n'ont pas de spécificité au niveau de la direction des fibres. Ce type de fascia conjonctif est fort et peu flexible (Minns & Hunter, 1976).

Il y a également des fibres parallèles et perpendiculaires. Les fibres parallèles sont 45 fois plus fortes que les perpendiculaires, mais 5 fois moins extensibles (Minns & Hunter, 1976).

À l'œil, des regroupements de fibres entre le tibia et la fibula sont orientés entre 20 à 30 degrés de la verticalité. Chaque regroupement aurait environ 50 fibres dont certaines sont en continu alors que d'autres bifurquent. La membrane interosseuse des membres inférieurs est également composée d'un autre réseau de fibres, qui sont moins larges (Minns & Hunter, 1976).

Fonctions

La membrane interosseuse sert d'attache pour plusieurs muscles de la jambe tel le long fléchisseur de l'hallux, le tibial postérieur (qui participe entre autres au mouvement de l'arche plantaire). Le muscle tibial antérieur s'y attache également ainsi que le long extenseur de l'hallux et le long extenseur des orteils (Drake et al., 2009).

La partie distale de la fibula et du tibia est jointe solidement par une expansion de la membrane interosseuse nommée : ligament tibiofibulaire antérieur et postérieur. Ce ligament est essentiel afin d'assurer le meilleur fonctionnement du pied au niveau de la cheville (Drake et al., 2009).

L'emmagasinage de l'énergie de la membrane interosseuse serait plus présent au niveau de la partie postérieure et au milieu lors de la marche (Minns & Hunter, 1976). La

membrane interosseuse joue un rôle quant à la stabilisation du tibia et de la fibula dans le plan transverse et spiralé (Minns & Hunter, 1976).

La membrane interosseuse joue un rôle critique de transmission des forces du tibia vers la fibula. Une membrane intacte garde la fibula en mobilité.

Dysfonctions

Si la membrane interosseuse est sectionnée, la fibula se voit devenir immobile même si le tibia est en mouvement, par exemple lors de mouvement de dorsiflexion ou plantiflexion à la cheville (Skraba & Greenwald, 1984).

Il est mentionné qu'à la suite de certaines entorses de chevilles intenses, accompagnées soit de déchirures ligamentaires ou de fractures, les ligaments entre le tibia et la fibula peuvent être endommagés. Les chirurgies traditionnelles reliées à ce type de blessures ont longtemps été de fixer la fibula au tibia par une vis. Cette approche médicale est très réductrice de mobilité de la membrane interosseuse et peut avoir des effets sur les mouvements fonctionnels. Une alternative serait de réparer l'appareil ligamentaire (Wang et al., 2016).

Le fascia superficiel présent autour des malléoles internes et externes ainsi qu'au calcanéum et au genou sont des zones où il y a connexion avec les fascias profonds. Au niveau de ces zones, le fascia est en relation avec le périoste des os (Stecco, 2014). La périostite est aussi une condition pouvant affecter la membrane interosseuse puisqu'il s'agit d'une inflammation du périoste à la suite d'une utilisation fréquente, par étirement ou brusque des tendons musculaires s'attachant dessus. L'endroit de périostite le plus souvent rencontré est au niveau du tibia. À considérer que cette blessure a beaucoup de similarité avec une pathologie tumorale (Sahnoun et al., 2020).

La fracture épiphysaire de la malléole externe a un mécanisme de blessure de blessure en inversion. Un bruit de craquement est présent avec une sensation de douleur locale, avec une difficulté de mettre du poids sur le membre inférieur en question avec une perte de force au niveau de la cheville (Conseil de médecine du sport du Québec, 2000).

La fracture épiphysaire distale du tibia se produit à la suite d'une éversion et dorsiflexion de la cheville. Un craquement est entendu et une difficulté de mettre du poids sur le membre inférieur est présente (Conseil de médecine du sport du Québec, 2000).

La fracture avulsive de la tubérosité antérieure est une blessure se produisant à la suite d'une flexion intense du genou accompagnée de décélération subite. La façon de confirmer cette blessure est par une extension active du genou impossible par le blessé. Ce traumatisme peut déplacer la rotule de façon proximale (Conseil de médecine du sport du Québec, 2000).

Lorsque des activités contenant des sauts et réceptions de sauts sont couramment pratiquées, il faut penser à une possible fracture de stress (Sandrey et al., 2019).

Une tendinite ou ténosynovite des tendons du muscle long extenseur des orteils passe à l'intérieur du rétinaculum dorsal antérieur de la cheville. Ce rétinaculum est en continuité avec celui qui est sur l'aspect latéral de la cheville. Avec une surutilisation de ces muscles, une tendinite ou ténosynovite est alors possible. Petit rappel que le muscle long extenseur des orteils s'attache sur la membrane interosseuse des jambes (Sizer et al., 2003).

Une autre blessure possible des tissus de la jambe et à proximité de la membrane interosseuse est les déchirures ou ruptures du tendon d'Achille. Ce type de blessure se

produit généralement à la suite d'une impulsion de type saut ou mouvement rapide initié par les jambes. Plus de risques dans la trentaine ou la quarantaine. C'est un tendon très propice à ce type de blessure, car il est épais. Il reçoit et restitue beaucoup l'énergie produite lors d'impact au niveau de la cheville. Avant que ce type de blessure surgisse, il y aurait des signes précurseurs de dégénérescence du tendon (Huttunen et al., 2014). Il ne faut pas passer à côté d'autres diagnostics. Des douleurs à la jambe avec un durcissement, sensibilité à la palpation et œdème doivent aussi faire penser à une éventuelle thrombophlébite (Evans & Ratchford, 2018).

La membrane interosseuse sert entre autres de lien entre la fibula et le tibia et elle permet le mouvement surtout de la fibula. Bref, une membrane interosseuse mobile et souple sert à absorber l'énergie. Alors si elle est rigide, un risque de blessure est accru (Rabischong, 2015).

À la suite d'une entorse ou toute autre affectation du système locomoteur, il est fortement suggéré d'activer la guérison en bougeant mécaniquement. Ceci stimule la fabrication de fibroblastes et de fibres de collagène. De plus, les fibres de collagène développées de cette façon démontrent une orientation plus organisée que quelqu'un qui aurait subi les mêmes blessures et en demeurant immobile. D'autant plus que l'immobilisation allonge le temps de guérison (Stecco, 2014).

Proprioception

La proprioception se caractérise par un ensemble de mécanorécepteurs sensoriels présents dans tout le corps. Ils sont sensibles à tout stimulus d'action de l'organisme. Il y a l'extéroception (qui fait référence aux sensations externes) et l'intéroception (qui est en lien avec les sensations internes comme les intestins, par exemple). Bref, des messages afférents sont envoyés au système nerveux central en provenance des organes, de la

posture et du mouvement. Les mécanorécepteurs sont localisés dans les muscles, les tendons et les articulations. Ils sont entre autres sensibles aux ponts de contact avec la peau, aux déformations de la peau lors de mouvements et de la position du corps (Tuthill & Azim, 2018).

Dans le tissu fascial, on y retrouve des propriocepteurs. Ces propriocepteurs sont présents dans les muscles, les tendons, mais également dans les articulations. Ils répondent aux modifications se présentant au niveau des muscles (longueur, tension, douleur) (Kollmann, 2017). Les propriocepteurs sont des récepteurs sensoriels. Ils se trouvent au niveau des muscles, des articulations et des tendons. Ils réagissent surtout à la pression et à l'étirement dans les muscles et les tendons. Ils transfèrent l'information au système nerveux central (Behara, 2014).

Certains propriocepteurs sont situés dans les tendons et réagissent lorsque les muscles sont en étirement. Ils deviennent alors actifs. Ceci entraîne une inhibition du neurone moteur du muscle en question et réduit donc la tension entre le muscle et le tendon. En d'autres mots, ces propriocepteurs inhibent l'activation musculaire et seraient une forme de mécanisme de protection contre les étirements extrêmes (Behara, 2014).

Deux différents aspects affectent la flexibilité d'un muscle. L'un d'eux concerne le fuseau dans la fibre musculaire et l'autre est en lien avec l'organe tendineux de Golgi et les tendons. Les fuseaux de la fibre musculaire détectent les modifications de longueur musculaires en agissant comme des récepteurs sensoriels. Ils envoient des messages au système nerveux central par des neurones sensitifs. Le cerveau en détermine donc la proprioception. L'organe tendineux de Golgi est aussi un récepteur sensoriel qui relaie l'information à propos des changements de tensions musculaires (Duncan, 2020).

À l'intérieur des muscles squelettiques, il y a des couches de tissus conjonctifs contenant des fibres musculaires. Ces fibres sont parallèles aux fibres musculaires extrafusales, qui

elles sont innervées par des neurones moteurs. Les mécanorécepteurs présents autour des fibres musculaires extrafusales répondent aux étirements. Aux extrémités de ces couches de tissus conjonctifs contenant des fibres musculaires, il y a des mécanorécepteurs qui réagissent à la longueur des muscles statiques. Les tissus conjonctifs contenant des fibres musculaires reçoivent des messages efférents des neurones moteurs gamma. Ces messages sont perçus par les mécanorécepteurs à la base. Ces mécanorécepteurs sont de type 1A. Ils agissent directement sur les muscles sur lesquels ils sont placés ainsi que leurs muscles synergiques. Ceci permet d'ajuster la tension dans le muscle (Tuthill & Azim, 2018).

Au niveau des articulations, il y a les mécanorécepteurs de Rufini et Pacini qui sont réactifs lors de l'atteinte d'une certaine limite de mouvement articulaire. Ce sont des récepteurs de type 1 qui réagissent lentement. Un peu plus profondément dans les articulations, il y a des mécanorécepteurs de type 2, qui réagissent rapidement et au niveau des ligaments et les extrémités tendineuses, il y en a de type 3, qui réagissent lentement. Des mécanorécepteurs de type 4 servent de nocicepteurs d'extrémités nerveuses (Tuthill & Azim, 2018).

L'organe tendineux de Golgi se situe entre les muscles et les tendons. Cet appareil fait partie du groupe 1b des mécanorécepteurs. Il innerve le tendon. L'organe tendineux de Golgi devient actif lorsque la contraction musculaire augmente. Son rôle est d'inhiber les neurones moteurs du muscle homologue et d'activer ceux du muscle antagoniste (Tuthill & Azim, 2018). Le but principal de la proprioception est d'apporter de la stabilisation au corps dans son environnement ainsi que de le protéger. La stabilité est possible grâce aux messages envoyés des mécanorécepteurs aux neurones moteurs. La protection est présente afin d'éviter toutes contraintes excessives sur les muscles ou les articulations (Tuthill & Azim, 2018).

Au niveau des mouvements, la proprioception sert de rythmicité afin de marcher, courir ou nager par exemple. Ceci permet de créer des patrons de mouvements et d'ajuster les paramètres afin de conserver l'équilibre. Ces ajustements se font en fonction de la gauche ou la droite, de l'avant par rapport à l'arrière, des muscles fléchisseurs versus les extenseurs de la hanche, etc. (Tuthill & Azim, 2018).

Pour les mouvements complexes sans rythmicité, la proprioception est également nécessaire. Il y a 3 processus pour se faire. En 1^{er} lieu, le cerveau doit envoyer une commande motrice aux membres pour atteindre une position attendue. Cette position est atteinte par une rétroaction visuelle et proprioceptive, influencée par le contexte. En 2^e lieu, les commandes motrices du cerveau sont constamment modelées et ajustées afin d'atteindre la position ou le mouvement désiré. En 3^e lieu, à force de répéter la séquence de mouvement, le système moteur devient plus précis et s'adapte plus facilement aux changements reliés à cette activité répétée (Tuthill & Azim, 2018). La proprioception se fait de façon inconsciente (Tuthill & Azim, 2018).

Les mécanorécepteurs présents au niveau de la peau et des membranes interosseuses vont répondre à la position du corps, au mouvement, aux vibrations et à la déformation de la peau (Tuthill & Azim, 2018).

Emmagasinage de l'énergie

Lors du saut vertical, la force développée est étroitement reliée à la capacité élastique musculaire des membres inférieurs. Cette élasticité permet un emmagasinage d'énergie et de restitution lors de l'exécution du geste physique. Elle est corrélée avec la rigidité musculo-tendineuse des membres inférieurs (spécialement les quadriceps). Mais beaucoup plus d'implication du tendon calcanéen, car plus grand que celui des quadriceps (Driss et al., 2015).

Est souligné dans cet article que la puissance anaérobie est un grand allié des athlètes sportifs. Ceci concerne le fait que les muscles puissent emmagasiner et restituer l'énergie sans présence d'oxygène (Robbins, 2018).

Dans cet article, est citée une étude de 1989 qui décrit que l'emmagasinement de l'énergie se fait plutôt dans les tendons que dans le complexe muscles-tendons. Est expliqué que les tendons ont une meilleure capacité de remodelage, de chargement, de dimension et d'hystérèse (Voigt et al., 1995).

Les muscles, les tendons et ligaments des membres inférieurs agissent en unité en emmagasinant l'énergie lors d'impact à la course pour ensuite la restituer. En d'autres mots, la jambe peut être comparée à un ressort qui rebondit de façon verticale. Ce système de ressort accroît avec la quantité de tension présente en réponse à l'élasticité de la phase excentrique. Si le phénomène de ressort (emmagasinement et restitution d'énergie) se fait trop rapidement lors de la course à pied, l'atterrissage et le départ du sol se font très verticaux. Au contraire, s'il y a une phase d'amortissement, la trajectoire a une composante horizontale ajoutée à la verticale (Mauroy et al., 2013).

Est mentionné dans cet article que la hauteur du saut vertical sera plus grande si les muscles extenseurs de la hanche bénéficient d'un étirement avant la contraction pour l'action du saut. Ceci veut donc dire que les sauts de type contre-mouvement permettent d'accéder à une meilleure hauteur de saut. Contrairement au saut qui est commencé en demi-squat. Ce phénomène est décrit comme étant l'emmagasinement de l'énergie dans les muscles (Voigt et al., 1995).

La grande majorité de la force du saut vertical est générée par les extenseurs de la hanche et du genou se transmettant à l'articulation de la cheville jusqu'au talus. Par ailleurs, les

fléchisseurs plantaires (particulièrement le triceps sural) ainsi que les stabilisateurs de la cheville ont une très grande implication dans le saut vertical (Driss et al., 2015).

Le mouvement du saut est une addition de plusieurs étapes. Le tout commence par les hanches pour se déplacer de proximal à distal (Wade et al., 2018). Le tendon d'Achille participe beaucoup à l'emmagasinage et la restitution de l'énergie. C'est un tendon qui est moins serré que ceux des hanches par exemple. Lors du saut, le tendon d'Achille transmet l'énergie aux muscles fléchisseurs de la cheville (Wade et al., 2018).

Auto-relâchement myofascial

Définition

Le relâchement myofascial consiste à un massage visant à réduire les tensions et spasmes présents dans les tissus mous. Ceci peut être dû à des adhérences fibreuses, des spasmes musculaires ou des cicatrices. Ces zones sont aussi appelées points gâchettes. Ce point est souvent hypersensible et se trouve très souvent dans le ventre musculaire. La meilleure façon de détecter ces points gâchettes est de palper de manière perpendiculaire aux fibres musculaires. Il existe 2 options pour éliminer ces points gâchettes. Il s'agit d'appliquer une pression constante directement dessus, ceci brise les adhérences. L'autre option est de balayer doucement afin d'y emmener une meilleure extensibilité tissulaire et d'enrayer les adhérences. Ces 2 approches sont conseillées d'être performées pendant 60 à 90 secondes, peut même aller jusqu'à 5 minutes (Behara, 2014).

Le relâchement myofascial consiste à appliquer une pression sur les tissus conjonctifs afin d'éliminer la douleur et de redonner de la mobilité (Duncan, 2020). Les spasmes musculaires peuvent être expliqués par des microtraumatismes répétés, des déséquilibres

musculaires, recrutement excessif des fibres musculaires, inflammation et blessures (Behara, 2014).

Le relâchement myofascial améliore la vasodilatation, augmente le drainage lymphatique et l'extensibilité. L'aspect moins pratique de cette approche est le temps qu'il doit être mis pour chaque patient. Ça demande beaucoup de temps. Une alternative est l'auto-relâchement myofascial, soit avec un rouleau de mousse avec relief, de préférence, car atteint les tissus profonds. Il s'agit sensiblement de la même approche, la seule différence est que le sujet applique lui-même la pression sur le rouleau sur lequel il effectue de petits mouvements de va-et-vient. Il n'y a pas de directions spécifiques. Les mouvements peuvent être fait de proximal à distal ou l'inverse. Quand l'individu roule sur le rouleau, le rouleau applique une pression sur le corps et agit à titre de compression sur les tissus mous et les emmène à retrouver une meilleure extensibilité. Ce mouvement provoque une friction entre le corps et le rouleau. Cette friction cause de la chaleur et emmène le fascia à devenir plus fluide. C'est grâce à cette friction que viendraient se briser les adhérences fibreuses entre les différentes couches de fascias (Behara, 2014).

Depuis les 10 dernières années, l'auto-relâchement myofascial a gagné beaucoup en popularité auprès des entraîneurs et les thérapeutes. Il est autant privilégié comme outil de maintenance ou de récupération. L'assemblage complexe présent dans les fascias peut s'épaissir et devenir visqueux. L'utilisation du rouleau devient donc un aspect intéressant, car il emmène une meilleure fluidité aux fascias (Behara, 2014).

Une étude a utilisé le même groupe pour 3 différentes sessions. La session 1 consistait à familiariser les participants à l'exercice de la planche et à l'auto-relâchement myofascial. La 2^e session consistait à faire la planche pour un total de 3 minutes, la 3^e était l'auto-relâchement myofascial de 30 secondes par régions (quadriceps, tractus ilio-tibial, ischio jambiers, grand dorsal, rhomboïdes, les mollets). Après les sessions 2 et 3, les participants ont complété un test de squat sauté, d'agilité et un test d'isométrie. Bref, les

résultats n'ont démontré aucune amélioration sur la performance à la suite de l'auto-relâchement myofascial, mais plutôt une diminution de la fatigue et des courbatures post exercices (Behara, 2014).

Cette étude a pris 14 participants. Le groupe a été divisé en 2, donc en groupe de 7. Une première visite consistait à faire faire l'auto-relâchement myofascial à un des 2 groupes et l'autre groupe effectuait plutôt un échauffement avec étirements dynamiques. Lors de la 2ème visite, les échauffements ont été inversés. Donc chacun des 2 groupes a fait les 2 types d'échauffements. Différents tests ont été effectués à la suite de ces échauffements. Ces tests consistaient à être la puissance au saut vertical, la flexibilité des ischio jambiers, force isométrique des quadriceps et ischio jambier en pré et post échauffement. Ce qui ressort de cette étude est qu'il n'y a pas différence entre les différents groupes mis à part la flexibilité des ischio jambiers qui est meilleure en post d'auto-relâchement myofascial profond ainsi qu'après l'échauffement avec étirements dynamiques. À noter que ces séances ont toujours été débutées par un échauffement général de 5 minutes sur le vélo ergomètre à une résistance de 50 révolutions par minutes (Behara, 2014).

Dans cette étude, ont été analysés les effets de cet auto-relâchement sur le niveau de flexibilité et de la performance physique sur le saut vertical, le sprint ainsi que sur des exercices d'agilité. Il a été démontré que seul le niveau de flexibilité réagissait à ce relâchement myofascial. Bref, l'auto-relâchement myofascial avant une activité physique, telles celles mentionnées précédemment, n'a aucun effet (ni positif ni négatif) sur la performance. Cependant, ce type de relâchement a un effet sur le niveau de flexibilité, car elle en est améliorée (Hendricks et al., 2020).

Il est cité que la plupart des études sur les effets de l'auto-relâchement avec le rouleau de mousse portent attention sur les effets directs de cette pratique sur les performances physiques. Il serait intéressant d'en étudier les effets à la suite de plusieurs sessions

d'auto-relâchement (Behara, 2014). D'autres études démontrent que l'auto-relâchement myofascial améliore l'amplitude de mouvement (Behara, 2014).

2 types de rouleaux sont disponibles. Un qui est composé d'une surface plane et régulière. Ce type de rouleau occasionne moins de douleur, car il couvre une grande surface de tissus conjonctifs. Il est donc conseillé pour des personnes qui n'ont jamais utilisé le rouleau pour réduire leurs tensions fasciales et musculaires (Behara, 2014). L'autre type de rouleau est muni d'une surface irrégulière en relief dont les zones plus volumineuses pénètrent plus profondément dans les fascias et les muscles, à même titre que les pouces d'un massothérapeute. Ceci atteint les tissus plus profonds et adresse plus directement les points gâchettes. Une amélioration de la flexibilité peut donc se remarquer plus rapidement en utilisant ce type de rouleau (Behara, 2014). Il faut prendre en considération que le type de rouleau, la pression exercée et la durée de la session d'auto-relâchement sont des paramètres qui peuvent influencer les effets de ce type d'auto-relâchement (Kollmann, 2017).

Un autre paramètre important pour les performances sportives concerne la flexibilité. La flexibilité fait référence à l'amplitude de mouvement présente au niveau des articulations. 2 types de flexibilité sont à prendre en compte, dynamique et statique. La flexibilité dynamique concerne l'amplitude de mouvement articulaire en mouvement, ceci implique donc la contraction volontaire des certains muscles squelettiques (Behara, 2014).

L'organe tendineux de Golgi est un système de récepteurs localisé au niveau des tendons. Ces récepteurs sont sensibles à la contraction musculaire. Lorsqu'ils sont stimulés, ils apportent donc une relaxation musculaire. Ce phénomène se nomme inhibition autogène. L'auto-relâchement myofascial au niveau des tendons peut provoquer ce phénomène. Bref, le relâchement myofascial exécuté à l'aide d'un rouleau de mousse aurait un effet négatif sur la performance physique tel le saut vertical. Par contre, cette technique peut augmenter l'amplitude de mouvement et la flexibilité (Kalichman & David, 2017).

Une autre étude décrit que l'utilisation du rouleau de mousse au niveau des quadriceps réduit l'activation du biceps fémoral. Pour cause d'effet antagoniste à cause de l'inhibition réciproque (Hendricks et al., 2020).

Certaines études reportent avoir remarqué une corrélation positive entre le relâchement myofascial, la flexibilité, la puissance, la vitesse ainsi que la force. Tandis que d'autres ne démontrent aucun lien positif sur les performances physiques (Queiroga et al., 2021).

Dans cette étude, la hauteur du saut vertical est mesurée, chez différents groupes d'hommes et de femmes, avant et après la tâche qui leur est assignée. Certains pratiquent l'étirement balistique et d'autres l'auto-relâchement myofascial avec un rouleau de mousse. Ce qui ressort de cette étude est que l'étirement balistique améliore la hauteur du saut vertical autant chez les hommes que les femmes. Alors que l'auto-relâchement myofascial n'apporte aucun impact, positif ou négatif, sur la hauteur du saut vertical (Niles & Sinclair, 2020).

Pour des fins de récupération, la plupart des études s'entendent pour dire que le rouleau de mousse doit être circulé en va-et-vient sur le même groupe musculaire de 30 à 60 secondes. Si c'est l'amélioration de la flexibilité qui est recherchée, c'est plutôt de 90 à 120 secondes (Hendricks et al., 2020).

Dans cette publication, est mentionné qu'il a été étudié 3 différents groupes. Un groupe qui effectuait l'auto-relâchement myofascial pendant 5 minutes, un autre groupe pendant une minute et un 3e groupe contrôle. Ce qui a été mesuré est le mouvement de fente avant avec genou de la jambe arrière au sol, la performance au saut vertical ainsi que la rapidité de sprint. L'amplitude de mouvement de la cheville à l'exercice de la fente avant s'est améliorée de 16.4% par suite des 5 minutes d'auto-relâchement myofascial et de 12.5% après 1 minute. Pour ce qui est du saut vertical, il a diminué de 5.1% après 5 minutes d'auto-relâchement myofascial et diminué de .7% à la suite de 1 minute d'auto-

relâchement myofascial. Concernant le sprint, les résultats se sont améliorés de 1.1% après 1 minute d'auto-relâchement myofascial et de .5% après 5 minutes d'auto-relâchement myofascial. Bref, pour augmenter l'amplitude mouvement, l'auto-relâchement myofascial est recommandé. Si l'activité physique requiert plutôt de la puissance, il est suggéré de ne pas opter pour l'auto-relâchement myofascial précédant la séance d'exercice (Baumgart et al., 2019).

Une étude a été conduite afin de comprendre les effets de l'auto-relâchement myofascial à l'aide d'un rouleau de mousse sur la flexibilité et la contraction musculaire volontaire maximale. Il en ressort que la flexibilité en est améliorée, mais pas le niveau de contraction musculaire volontaire maximale, quoique non diminué (Kollmann, 2017).

L'auto-relâchement myofascial avec le rouleau de mousse est avantageux pour toutes personnes actives physiquement ou non, quoique les points gâchettes sont plus présents chez les gens qui n'apportent pas de techniques de relâchement myofascial. Étant donné que les gens actifs soumettent plus la trame musculaire sous demande, il est fortement suggéré qu'ils incorporent le relâchement myofascial sur une base régulière (Kollmann, 2017).

La pression du rouleau de mousse appliquée sur les fascias brise les adhérences et aide à diminuer la tension musculaire. À la suite de cette compression, une meilleure circulation sanguine se manifeste. Ceci aide donc à retrouver des tissus sains. Il est d'ailleurs très efficace d'utiliser le rouleau de mousse afin de réduire les courbatures post entraînement. Une étude a voulu voir les effets de cette approche. Les chercheurs ont comparé 2 groupes qui faisaient les mêmes exercices (30 mètres sprint, saut en longueur, et squat arrière à 70% de leur maximum). Ensuite un groupe a exécuté l'auto-relâchement myofascial avec le rouleau pendant 20 minutes comparativement à l'autre groupe qui n'a fait aucun exercice post entraînement. Celui ayant utilisé le rouleau de mousse a décrit avoir très peu de courbatures comparativement à l'autre groupe qui en avait beaucoup

plus. Cette approche est souvent comparée à la massothérapie, car elle en aurait les mêmes bénéfices au niveau de la circulation. L'effet de mouvement de va-et-vient de proximal vers distal permet de pousser le sang vers les extrémités et donc vers les capillaires (Kollmann, 2017).

Des contre-indications à utiliser cette forme d'auto-relâchement sont si l'individu a récemment eu une blessure au niveau de la région ciblée par cette approche, s'il y a des problèmes circulatoires et s'il y a de la douleur persistante (Kollmann, 2017).

Avantages de l'auto-relâchement myofascial

Est cité dans cet article, une étude qui explique le l'automassage avec le rouleau de mousse sur les muscles quadriceps augmente l'amplitude de mouvement articulaire du genou de 10 degrés sans compromettre la force musculaire. Quoique d'autres études ne démontrent aucune amélioration à l'amplitude de mouvement de la cheville en DF avec la seule intervention du rouleau de mousse. L'étirement statique à lui seul augmenterait l'amplitude de mouvement de la cheville en DF de 6.2%. L'étirement en plus du rouleau de mousse l'augmenterait de 9.1% (Kalichman & David, 2017).

L'auto-relâchement myofascial est une technique qui permet de réduire les adhérences et les points gâchettes se trouvant dans les différentes couches de fascias. Cette technique est popularisée vers 1997 par J. Barnes (Behara, 2014).

Est citée dans cet article une étude qui explique les bienfaits de l'auto-relâchement avec le rouleau de mousse à la suite d'un entraînement exigeant. Une meilleure récupération serait expliquée par la réduction du stress physique qu'apporte l'utilisation du rouleau de mousse (Kollmann, 2017).

Est citée dans cet article une étude qui explique que l'auto-relâchement myofascial apporte une corrélation positive avec l'amplitude articulaire du genou et n'a pas d'effet sur la performance. Confirmé par une autre étude, toujours citée dans ce même article (Behara, 2014).

Le rouleau de mousse permet aux tissus musculaires et fasciaux de retrouver une meilleure circulation due à la compression que le rouleau exerce sur ceux-ci. Cette pression appliquée de proximal à distal force la circulation sanguine à atteindre les capillaires sanguins. De plus, de façon indirecte, ceci permet de chasser l'accumulation d'acide lactique. Cette approche s'adresse surtout aux groupes musculaires, sans être précis sur un muscle en particulier. Certaines recherches expliquent que moins de 30 secondes par groupes musculaires est inefficace (Kollmann, 2017). L'auto-relâchement myofascial permet de réduire les points gâchettes par l'inhibition autogénique (Kollmann, 2017).

Une autre étude a étudié les effets de l'utilisation du rouleau de mousse combiné à un échauffement complet et dynamique. Les résultats expriment une amélioration du record personnel au développé couché, au saut vertical, saut en longueur ainsi qu'au test d'agilité. Ceci est appuyé par le fait que ce type d'échauffement réduirait l'élévation de la pression artérielle (Kollmann, 2017).

Une autre étude a comparé 2 groupes. Un qui exécutait 30 secondes de rouleau de mousse et un qui faisait une planche. Ensuite a été évalué, la hauteur du saut vertical, force isométrique. Aucune différence entre les 2 groupes. La seule différence apportée est par l'utilisation du rouleau de mousse qui réduirait l'effet de courbatures à la suite de l'entraînement. Ceci s'explique par le fait que le rouleau de mousse apporte une certaine relaxation psychologique et physique. Donc, en ayant à une meilleure détente et moins de fatigue, l'aspect neuromusculaire est plus en mesure de se réparer (Kollmann, 2017).

Une étude est citée dans cet article où 1 groupe a marché sur un tapis roulant avec des souliers à talons hauts pendant 30 minutes et ensuite les participants ont utilisé le rouleau de mousse pour des fins de relâchement fascial pendant 30 minutes également. Il a été remarqué une baisse du taux de cortisol et une activation du système parasympathique. Bref, ce relâchement myofascial contribue donc à diminuer le stress physique induit par l'activité physique (Kollmann, 2017).

Une étude a comparé 2 groupes sur la base de la flexibilité passive de la hanche. Le groupe ayant eu une meilleure amplitude de mouvement est celui qui a combiné l'auto-relâchement myofascial avec des étirements statiques par rapport à celui qui a seulement effectué les étirements statiques. Selon les auteurs, ceci s'expliquerait par une augmentation de la température musculaire ainsi qu'une meilleure circulation sanguine (Kollmann, 2017).

L'utilisation du rouleau de mousse à des fins de relâchement myofascial permet de remplacer un massothérapeute, car il apporte les mêmes bienfaits. Ces bienfaits sont d'allonger les muscles et de diminuer les adhérences dans les tissus musculaires suite aux entraînements physiques. Les effets sont également de diminuer les courbatures et d'améliorer l'amplitude de mouvement passive et active. Quoiqu'utilisé avant l'entraînement, le rouleau de mousse permet de profiter de muscles plus amples et détendus (Robbins, 2018). L'utilisation du rouleau de mousse permet d'augmenter la flexibilité, permet aussi une meilleure récupération et une meilleure performance (Hendricks et al., 2020).

Cité dans cet article une étude qui explique que les participants ayant utilisé l'auto-relâchement myofascial avec les rouleaux de mousse en plus d'une position planche et qui ont exécuté un saut vertical par la suite avait moins de fatigue musculaire que le groupe qui n'a pas fait la planche (Kalichman & David, 2017).

Une étude similaire décrit jusqu'à quel point l'auto-relâchement myofascial avec le rouleau de mousse a des effets thérapeutiques tels ceux des effets d'un massage exécuté par un(e) massothérapeute. Les bienfaits procurent une relaxation musculaire, réduisent les tensions musculaires ainsi que les courbatures et améliore les performances athlétiques. Les bienfaits globaux ayant été décrits, cette étude a pour but de démontrer jusqu'à quel point l'utilisation du rouleau de mousse a des répercussions sur les performances athlétiques. Il a été soulevé qu'aucune différence n'a été observée entre les 2 groupes. Un groupe accomplissait un temps donné de planche alors que l'autre effectuait l'auto-relâchement myofascial avec le rouleau de mousse pour un total de 30 secondes incluant le dos et les 2 membres inférieurs. Les activités sportives étudiées étaient la puissance au saut vertical, la hauteur du saut vertical, la force isométrique et la vitesse de sprint sur 47 pieds. La fatigue musculaire, les courbatures et l'effort demandé ont été évalués par une échelle de Likert. La seule variable ayant apporté une différence est la fatigue. Le groupe ayant effectué l'auto-relâchement myofascial avec le rouleau de mousse inscrivait avoir ressenti moins de fatigue à la suite des différents tests que l'autre groupe (p plus petit ou = de 0.05). Cette étude souligne donc le fait que l'auto-relâchement myofascial avec le rouleau de mousse permet de diminuer la sensation de fatigue et contribuerait à pouvoir performer de plus longs entraînements avant de ressentir une fatigue (Healey et al., 2011).

Une étude démontre que l'auto-relâchement myofascial avec le rouleau de mousse a permis aux participants de gagner 10.3% à la force de l'appareil extenseur du genou et 12.7 degrés de plus au niveau de l'amplitude articulaire du genou (Robbins, 2018). Dans cet article, est cité plusieurs études qui tendent à démontrer que l'utilisation du rouleau de mousse à des fins d'auto-relâchement myofascial a des effets positifs sur l'amplitude de mouvement sans entraver l'implication et l'activité musculaire (Robbins, 2018).

Une étude a comparé 2 groupes, un qui couplait l'auto-relâchement myofascial en plus d'un échauffement dynamique et un qui exécutait seulement un échauffement dynamique. Les résultats sont que le groupe ayant combiné l'auto-relâchement

myofascial avec l'échauffement dynamique a eu de meilleurs résultats à la puissance, en agilité, en force et en vitesse. Dans le même ordre d'idée, une étude a comparé 3 groupes. Un qui exécutait un échauffement dynamique pendant 10 minutes, un autre qui réalisait des étirements statiques pendant aussi 10 minutes et un groupe contrôle qui ne faisait aucun échauffement. Ensuite ont été évalué différentes performances telles « T-shuttle run », « Underhand medicine ball throw for distance » et « 5-step jump ». Le groupe ayant eu les meilleurs scores est le groupe des échauffements dynamiques (Robbins, 2018).

Une autre étude conclut que l'utilisation du rouleau de mousse avant de faire un saut vertical n'a aucun impact sur la hauteur du saut ou sur la force explosive des fléchisseurs plantaires ni sur l'excitabilité des motoneurones (Kalichman & David, 2017).

Inconvénient de l'auto-relâchement myofascial

L'auto-relâchement myofascial avec un rouleau de mousse est également prisé chez les actifs en période préparatoire à l'entraînement, car c'est une méthode qui permet de réduire les adhérences fasciales dues aux cicatrices. Cette approche diminue aussi les tensions musculaires et augmente l'amplitude de mouvement. Apporte un meilleur mouvement du système fascial et permet une meilleure réponse musculaire. Un des aspects négatifs est une fatigue des membres supérieurs, car ils doivent être utilisés comme appui afin de parvenir à compléter les mouvements de va-et-vient sur le rouleau de mousse (Niles & Sinclair, 2020).

Une étude rapporte avoir étudié 2 groupes quant à leur hauteur de saut vertical. Un groupe a effectué l'auto-relâchement myofascial avec un rouleau de mousse des gastrocnémiens pendant 3 minutes. L'autre groupe a fait un étirement dynamique de la même zone pour 3 minutes. Le résultat est que le groupe ayant effectué l'auto-

relâchement myofascial n'a pas amélioré la hauteur du saut vertical, l'autre groupe oui (Niles & Sinclair, 2020).

Une étude explique avoir remarqué une diminution au saut en longueur chez les participants ayant effectué l'auto-relâchement myofascial comparativement aux autres participants ayant effectué une planche en échauffement (Niles & Sinclair, 2020).

Une étude rapporte que la zone d'auto-relâchement myofascial (chaîne latérale-médiale ou antérieure-postérieure) n'a aucune incidence sur la performance des sauts en hauteur, en longueur ou aux tests d'agilité (Niles & Sinclair, 2020).

Une autre étude a comparé un groupe qui faisait l'auto-relâchement myofascial avec un rouleau de mousse en plus des étirements dynamiques par rapport à un groupe qui exécutait seulement les étirements dynamiques et un autre qui performait seulement l'auto-relâchement avec le rouleau de mousse. La hauteur du saut vertical s'est avérée significativement plus haute chez les sujets ayant effectué les 2 actions combinées (Niles & Sinclair, 2020).

Est rapporté dans cette étude que l'auto-relâchement myofascial à l'aide du rouleau de mousse précédant une activité physique n'améliore pas les performances. Ce qui a été étudié est la hauteur du saut vertical, la puissance, l'agilité et la force isométrique. Cette action a une répercussion sur le degré de fatigue suivant l'entraînement. Le groupe ayant effectué l'auto-relâchement myofascial à l'aide du rouleau de mousse percevait moins de fatigue post entraînement comparativement au groupe qui a fait des planches (Healey et al., 2011).

Une autre étude que Kollman (2017) cite, explique que 14 participants ont effectué relâchement myofascial avec un rouleau. Il en ressort que ce type de relâchement effectué

en moins de 30 à 60 secondes n'a pas de répercussion sur le changement de longueur des fibres musculaires et des tissus conjonctifs. Sans pour autant donner de spécification au niveau de temps trop prolongé, si la séance d'auto-relâchement myofascial avec un rouleau est trop longue, cela peut causer des dommages aux tissus et augmenter les risques de blessures.

Relâchement myofascial effectué par un thérapeute

Il existe différentes approches afin d'adresser les tissus, dont la massothérapie, la technique de Graston, le relâchement myofascial et l'auto-relâchement myofascial. Cette dernière approche a pour but de diminuer la douleur et d'améliorer la fonction tissulaire en créant une friction sur les tissus en tension afin de stimuler la circulation sanguine et lymphatique à l'aide d'outil (Robbins, 2018).

Il est souvent remarqué que lors d'adhérences fasciales, les fibrilles de collagène ne glissent plus une contre les autres comme elles le devraient. En utilisant par exemple la technique de Graston, des dommages physiques surgissent au niveau des composants fasciaux. Ce processus provoque l'apparition de médiateurs inflammatoires et accélère la guérison (Simmonds et al., 2012).

Par rapport au relâchement myofascial effectué par un thérapeute, le but est de mettre l'emphase sur les zones de tensions fasciales en y appliquant plus de pression manuelle. Ceci a comme effet par la suite de stimuler l'effet élastique des fascias et de provoquer la production de collagène. Le but étant donc d'appliquer une pression locale en direction de la restriction tissulaire pour ensuite accompagner et poursuivre les tissus dans le sens du relâchement. Ladite technique peut être répétée sur la même zone jusqu'à ce que le client exprime ressentir un relâchement satisfaisant. Le relâchement myofascial a été démontré par plusieurs études comme ayant de très bons résultats au niveau des douleurs

du fascia plantaire, spécifiquement au niveau du calcanéum. Également des effets notoires sur les douleurs engendrées par la fibromyalgie en focalisant sur les points gâchettes. Ceci a pour effet de réduire la sensibilité à la douleur (Robbins, 2018).

Bref, les différentes options pour adresser les tensions fasciales sont par étirements, friction, chaleur ou pression. Toutes ces possibilités ont pour but de briser les adhérences présentes dans les différentes couches fibreuses des fascias. La finalité recherchée est de redonner l'aspect, la structure et le fonctionnement normal au fascia (Simmonds et al., 2012). Il y a également le Rolfing, « strain counterstrain » et les techniques d'énergie musculaire (Simmonds et al., 2012).

Les techniques d'énergie musculaires sont très versatiles, car elles permettent d'apporter une meilleure amplitude de mouvement, diminuent les tensions musculaires et activent les muscles nécessaires. Cette approche peut être utilisée lorsque le client exprime avoir de la douleur, lorsqu'il y a de l'œdème ou lors de dysfonction articulaire. Il s'agit d'une approche directe et active puisque le but est de corriger la dysfonction et faisant forcer le client. Ce n'est donc pas le thérapeute qui exerce la force, quoiqu'un peu, car il faut retenir le mouvement du client. Il est donc question de force contre force. Il consiste donc à corriger la dysfonction du client et ensuite le faire forcer en opposé afin de fatiguer les muscles qui maintiennent cette dysfonction. Par cette approche, une relaxation musculaire se produit et les muscles raccourcis s'allongent. Le client force contre le thérapeute, car le thérapeute retient le mouvement pendant 5 à 8 secondes avec 2-3 secondes entre les séries. Le tout répété jusqu'à ce que la dysfonction ait été corrigée. Entre chaque série, les paramètres sont remplacés afin de s'ajuster à la nouvelle amplitude articulaire du client (Patel et al., 2018).

Au niveau de la réduction des douleurs pelviennes et de l'amélioration des incapacités physiques liées aux douleurs lombaires, la technique d'énergie musculaire serait

efficace surtout accompagnée de rééducation neuromusculaire et d'entraînement en résistance (Patel et al., 2018).

En ce qui a trait à la réduction de la perception de la douleur, autant l'approche d'énergie musculaire que celle du « strain counterstrain » ont des résultats équivalents. En ce qui a trait à l'énergie musculaire, la réduction de la perception de la douleur peut s'expliquer par l'activation de l'organe tendineux de Golgi qui active une sympathicothonie par des messages efférents à la matière grise de la moelle épinière par l'activation de la proprioception présente dans les muscles et les articulations. La réduction de la perception de douleur peut également se justifier par une meilleure circulation dans les tissus (Patel et al., 2018).

L'approche de « strain counterstrain » consiste à opter pour la position qui ne provoque aucune douleur. Cette position pour le client est trouvée grâce au monitoring d'un point douloureux de type « points gâchettes » qui n'exprime plus (ou très peu, réduit de 70%) de douleur à la suite de ce positionnement confortable qui réduit ou irradie la sensation de douleur. Le client est passif. C'est le thérapeute qui maintient la position pendant 90 secondes (Patel et al., 2018).

Le « strain counterstrain » permet une inhibition du réflexe tendineux et amène donc une relaxation musculaire. Cette situation arrête le cycle s'alimentant de la douleur-spasme-douleur. Ce qui augmente la viscoélasticité des muscles raccourcit ainsi que des tissus avoisinants (Paul & Balakrishnan, 2018). Par rapport aux douleurs au cou, autant le « strain counterstrain » que les étirements du trapèze (portion supérieur) sont efficaces pour diminuer la douleur et augmenter la flexibilité (Paul et al., 2018).

La réduction de la perception de la douleur à la suite des techniques de « strain counterstrain » s'expliqueraient par une circulation accrue au niveau des tissus par une activation du système nerveux autonome. Étant donné que cette approche réduit les

dysfonctions musculaires, il y a donc moins de tension induite aux ligaments et moins d'excitabilité musculaire (Paul et al., 2018).

Le « strain counterstrain » a de meilleurs résultats sur l'amélioration de l'amplitude de mouvement du cou, lorsque combiné à d'autres techniques ostéopathiques telles le relâchement myofascial, la technique d'énergie musculaire, l'approche crânio-sacrée ainsi que des techniques à haute vitesse (Patel et al., 2018).

Le Rolfing est une approche qui est composée de massage de tissus profonds avec une considération de l'alignement et des fonctions corporelles. Le nom découle de la fondatrice, Ida Rolf. Elle a fait un doctorat en chimie biologique. Elle a par la suite, remarqué que plusieurs de ses amis avaient des douleurs que la médecine conventionnelle n'arrivait à traiter. Elle s'est inspirée de la chiropractie, de l'ostéopathie et du Feldenkrais et a fondé sa propre école qui offre une formation de 3ans. Cette approche est influencée par le champ gravitationnel. Le but est d'enlever les tensions corporelles qui causent de la douleur et des dysfonctions. L'idée principale est que les fascias se raidissent à la suite d'un patron musculaire inadéquat. Avec le temps, cette tension fasciale induit aussi un raccourcissement. Ceci a un impact sur les fibrilles de collagène et les articulations avoisinantes. Il s'agit donc de travailler à rééquilibrer l'engagement musculaire de l'articulation et de voir le corps en entité, car il se pourrait que des chaînes fasciales soient également à aborder. Bref, en faisant du relâchement myofascial et du massage de tissus profonds, il est donc possible de permettre aux muscles tendus de se détendre. Une meilleure contraction musculaire est donc possible avec une organisation de fibres de collagène adéquate et sans adhérence dans les fascias (Jones, 2004).

Il est aussi important, d'après l'approche Rolfing, de vérifier l'alignement de la colonne vertébrale, du bassin et des extrémités. Le but est de viser une asymétrie corporelle dans le mouvement et statique. Ceci se fait en observant les zones de restriction de mouvement. Les séances de Rolfing sont toujours commencées par les pieds pour ensuite

aller vers le haut du corps. D'après le Rolfing, tout part des pieds et le haut du corps s'adapte au bas du corps (Jones, 2004). La méthode Rolfing met également l'accent sur la conscience corporelle de l'individu. Il est important que la personne prenne conscience de ses postures quotidiennes et les améliore, s'il y a lieu (Jones, 2004).

Différentes façons permettent d'éliminer les points gâchettes. La massothérapie ou les étirements en sont des exemples. La technique de « spray and stretch » fonctionne bien également pour réduire les points gâchettes et améliorer l'amplitude de mouvement. Le vaporisateur utilisé est un vapocoolant qui réduit temporairement les sensations de douleurs musculaires et l'étirement est alors possible (Kollmann, 2017).

Le massage perpendiculaire aux fibres lésées est une approche manuelle très efficace. Ce type d'approche, par exemple un ligament, devient plus fort et peut absorber plus d'énergie qu'avant la blessure. Il s'agit de faire ce massage pendant 1 minute, 3 fois par semaine en excluant la première semaine suivant la blessure et ce pendant 4 semaines. Au microscope, il est vu que les fibres de collagène sont augmentées, comparativement à une même blessure n'ayant reçu aucun massage (ceci est étudié sur des rongeurs). De plus, l'orientation des fibres est plus harmonieuse et linéaire. Le massage augmente également la vasodilatation dans le ligament. Cette vasodilatation a persisté pendant 1 semaine à la suite du massage (Stecco, 2014).

Les bénéfices du relâchement myofascial effectué par un thérapeute s'expliqueraient par des réactions neurophysiologiques. La pression exercée par le thérapeute n'arrive pas à reconstruire les fibres de collagène, mais agirait sur la production de cytokines qui multiplie la fabrication de myofibroblastes. La pression du thérapeute sur les fascias a tout de même un effet sur la substance fondamentale. La structure en est modifiée en changeant sa consistance et sa viscoélasticité (Simmonds et al., 2012). Le relâchement myofascial effectué par un thérapeute est une méthode lente. Cette approche permet de

réduire la sensation de douleur et d'améliorer la fonction des fascias (Simmonds et al., 2012).

L'amplitude de mouvement comprend différents paramètres qui peuvent être analysés. Tout dépend de la sensation de fin de mouvement étudiée. Ces différentes sensations de fin de mouvements sont soit rigides (os à os), molles (compression tissulaire), capsulaires (ligaments et joints capsulaires) ou fermes (muscles, ligaments et tendons). Une sensation de fin de mouvement qui ne paraît normal peut être expliquée par la présence d'une blessure, d'inflammation ou une déformation physique. La seule de ces catégories qui peut laisser place à de l'amélioration au niveau de l'amplitude de mouvement est celle qu'on dit ferme, car il concerne des muscles, des ligaments et des tendons, bref ce sont des tissus conjonctifs et des fascias (Duncan, 2020).

Une étude s'est concentrée sur l'impact que peut avoir un traitement ostéopathique de relâchement myofascial des membres inférieurs sur la force explosive produite par les jambes. Leur approche consistait surtout à normaliser le tissu fascial afin de réduire les tensions. Ce qui ressort de cette étude est que de libérer manuellement les membres inférieurs de leurs tensions fasciales améliore la force explosive. Ceci s'expliquerait par le rôle de transmission de force que possèdent les fascias (Buscemi et al., 2019).

Ostéopathie

La première école d'ostéopathie à être fondée fut aux États-Unis en 1892 par Andrew Taylor Still. Les grands concepts de cette approche sont centrés sur le fait que le corps est capable de s'auto-guérir et d'auto-régulation. Ces fondements sont toujours les mêmes aujourd'hui, mais ceci est appuyé par une approche multidisciplinaire composée de plusieurs professionnels de la santé. Selon Still, toute cause de maladie provenait de dysfonction mécanique. Les traitements ostéopathiques étaient donc basés sur la

biomécanique corporelle. En libérant ces contraintes mécaniques, le système circulatoire et nerveux s'en trouve donc amélioré. Les quatre principes de base en ostéopathie si importants à l'époque le sont toujours aujourd'hui. Ces principes sont : 1- le corps est une unité fonctionnelle 2-le corps est capable d'auto-régulation 3-la structure gouverne la fonction 4- un traitement rationnel inclut la compréhension des 3 principes précédents (Brolinson & al., 2008).

Les approches basées sur la thérapie manuelle et articulaire pour les athlètes datent de plusieurs milliers d'années. Hippocrate était reconnu pour avoir utilisé la médecine manuelle 400 années avant JC. Avec la venue de l'école de Still, les ostéopathes du 19e siècle se sont bâti une belle réputation en tant que thérapeutes manuels apportant un grand bien à la suite des entorses et aux luxations auprès des athlètes sportifs.

Aujourd'hui, l'ostéopathie est populaire auprès d'athlètes de différents niveaux ainsi qu'à la population générale. Le but recherché en ostéopathie est de diminuer les contraintes physiques afin d'apporter le meilleur mouvement sans douleur musculosquelettique (Brolinson et al., 2008).

L'approche ostéopathique inclut le relâchement des tissus, la mobilité articulaire et vertébrale afin d'en retirer la meilleure circulation fluidique possible. Bien que cette approche soit critiquée par manque de preuve d'efficacité, plusieurs études démontrent que l'ostéopathie a autant d'effet sur la réduction de la douleur que la prise de médication anti-douleur à forte dose (Brolinson et al., 2008).

Les différentes techniques qui sont disponibles pour un ostéopathe concernent soit les articulations, les tissus, les organes ou les os du crâne. L'ostéopathe a toujours l'option de choisir entre la correction directe de la dysfonction ou le contraire. Il est aussi possible de faire participer le client et de le rendre actif afin de provoquer une contraction musculaire (Brolinson et al., 2008).

Afin que le tissu nerveux se reconstruise adéquatement, il est primordial qu'il conserve son élasticité. De plus, les différentes couches du nerf lui-même et avec les fascias de son environnement doivent avoir de bons plans de glissement. De cette façon les informations mécaniques peuvent bien être envoyées au système nerveux central. Une meilleure adaptation s'en suit et une régénérescence nerveuse plus efficace en découle (Bordoni & Bordoni, 2015).

Le système fascial d'un nerf est composé de 3 couches. Ces 3 couches sont épînèvre, périnèvre et endonèvre. Chacune de ces couches sont innervées, elles contiennent d'importants plexus nocicepteurs et doivent bien glisser une par rapport à l'autre (Bordoni & Bordoni, 2015).

L'épînèvre est composé de collagène, de fibroblastes, de mastocytes et de cellules adipeuses. Cette disposition est une excellente disposition afin de protéger physiquement le nerf. L'épînèvre est attaché de façon mobile au périnèvre, cette disposition permet donc le glissement entre les couches de fascias nerveuses. Plus le nerf est gros et massif, plus l'épînèvre est épais afin de bien le protéger des forces externes. L'épînèvre est également joint aux tissus conjonctifs avoisinants au nerf (Bordoni & Bordoni, 2015).

Lorsque le nerf ne glisse pas bien à l'intérieur de ses fascias ou que ses fascias ne glissent pas adéquatement avec les tissus conjonctifs de son environnement, il en résulte une rigidité fasciale. Cette rigidité est ressentie lors de mouvements articulaires. Plus d'inconforts seront perçus lors de mouvements rapides articulaires et sont souvent associés aux mouvements quotidiens. Un nerf allongé possède moins de diamètres et ceci augmente la pression sur l'endonèvre. Le retour au neutre du nerf est possible grâce aux capacités élastiques de la périnèvre, car l'endonèvre en a très peu. Un nerf manquant de flexibilité va donc endommager l'endonèvre en premier lieu. Ce manque de mouvement du nerf provoque donc un manque de glissement, une réduction de la circulation sanguine et peut mener à une ischémie (Bordoni & Bordoni, 2015).

La neurodynamie ou les mobilisations neurodynamiques sont souvent des approches utilisées lors de manque de glissement du nerf et de ses enveloppes. Ces approches sont pratiquées par des thérapeutes manuels. Elles consistent à apporter glissement entre les différentes couches fasciales en lien avec les nerfs et de diminuer les tensions fasciales continues sur le chemin du nerf (Bordoni & Bordoni, 2015).

Les ostéopathes utilisent souvent des techniques qui ont pour but de redonner de la mobilité aux fascias rigides et denses. Ces techniques améliorent la qualité de la trame fasciale en y réduisant les adhérences contenues et améliore la viscoélasticité des fascias. Les techniques fasciales ostéopathiques sont souvent lentes et longues afin d'acquérir la longueur et la flexibilité fasciale désirée. La main de l'ostéopathe est placée sur la zone de restriction de mouvement fascial et la technique planifiée est exercée jusqu'à ce qu'il y ait une fonte tissulaire, que la restriction diminue. Plusieurs études démontrent qu'il y a un effet positif entre les approches manuelles de correction fasciales et la perception de la douleur ainsi que la diminution de l'inflammation locale (Bordoni & Bordoni, 2015).

La raison scientifique précise du pourquoi l'ostéopathie a tant de bons effets par rapport au relâchement myofascial manuel n'est pas concrètement connue. Des recherches à cet effet pourraient être complétées, mais il ne faut tout de même pas oublier les rétroactions du client, qui sont tout aussi importantes que les notions scientifiques. Ce qu'il est su, c'est que ce type de technique est grandement bénéfique sur le plan clinique. Une possible explication de ce bien-être pourrait être expliquée par le fait que les différentes couches fasciales glissent bien les unes par rapport aux autres, diminuent les messages nerveux afférents et du fait même efférents (Bordoni & Bordoni, 2015).

Type d'échauffements

Échauffement dynamique

L'échauffement dynamique consiste en des étirements dynamiques (donc non statiques), des exercices d'agilité et de plyométrie (Aguilar et al., 2012).

L'utilisation du rouleau de mousse avant une séance d'activité physique améliore la flexibilité, mais n'a aucun impact sur la puissance comme la hauteur du saut vertical. Cependant, combiné avec des étirements dynamiques, les performances physiques sont améliorées. Afin d'avoir des améliorations sur la performance, la majorité des études sur le sujet s'entendent pour dire qu'il faut rouler le même groupe musculaire pour une durée de 60 à 90 secondes (Hendricks et al., 2020).

Dans cette étude sont comparés 3 groupes de joueurs de tennis de table mâles. 1 groupe effectue les étirements dynamiques avec les étirements statiques, l'autre groupe effectue l'auto-relâchement myofascial à l'aide d'un rouleau de mousse en plus des étirements dynamiques. Le 3^e groupe fait les étirements dynamiques en plus de l'auto-relâchement myofascial à l'aide d'un rouleau de mousse qui vibre. Le 1^{er} groupe a une amélioration de la flexibilité de 15.2%, le 2^e de 20.4% et le 3^e de 23.8%. La puissance des membres inférieurs est augmentée de 4.5% chez le 1^{er} groupe, de 6.6% chez le 2^e et de 6.3% chez le 3^e groupe. Bref, en présence à un effort physique, afin d'augmenter la flexibilité et la puissance, il est suggéré de faire l'auto-relâchement myofascial à l'aide d'un rouleau de mousse qui vibre (ou non) en complément à des étirements dynamiques (Hsu et al., 2020).

Une autre étude décrit que l'échauffement dynamique a plus d'effet sur la hauteur du saut vertical que l'utilisation du rouleau de mousse, dont lui qui a aucun effet (Kalichman & David, 2017).

Une autre étude décrit avoir remarqué une amélioration du saut vertical et du saut en longueur chez les sujets ayant effectué un échauffement dynamique comparativement à l'autre groupe ayant fait un échauffement statique ou le groupe contrôle (n'ayant pas fait d'échauffement). Et même qu'une diminution des résultats au saut en longueur a été observée chez les participants ayant effectué l'échauffement statique comparativement à ceux qui n'ont pas fait d'échauffement (Niles & Sinclair, 2020).

Dans cette étude, est révélé que peu importe si l'haltérophile opte pour l'auto-relâchement myofascial à l'aide d'un rouleau de mousse sur le droit fémoral et le grand fessier ou l'échauffement dynamique avant l'entraînement physique, les performances physiques restent les mêmes. L'activation musculaire, l'amplitude de mouvement du genou ainsi que la perception de la récupération demeurent idem (Beier et al., 2019).

Avant une performance physique, il est suggéré de combiner le rouleau de mousse aux étirements dynamiques ainsi que des échauffements actifs. Particulièrement recommandé lors de séances d'exercices qui requièrent force et flexibilité (Hendricks et al., 2020).

Une étude apporte que l'auto-relâchement myofascial du fascia plantaire des 2 pieds à l'aide d'une balle améliore la flexibilité des ischio-jambiers et de la région lombaire. Par contre, il n'est pas clair si ce lien est mécanique ou plutôt neurophysiologique (Hendricks et al., 2020). Autres effets de l'auto-relâchement myofascial est de diminuer le niveau de stress ressenti lors des entraînements physiques, mais cette approche n'a pourtant pas autant d'effet que le repos passif (Hendricks et al., 2020).

Étirements à titre d'échauffement

Plusieurs types d'étirements existent. Il y a les étirements statiques ou une position d'étirement d'un muscle ou d'un groupe musculaire est maintenu pendant plusieurs secondes voire minutes. Ce type d'étirement est généralement utilisé après l'entraînement physique afin de gagner en amplitude de mouvement. Lorsqu'utilisé avant une séance d'entraînement physique, cela diminue la force et la puissance. Il y a l'étirement dynamique, souvent utilisé en période d'échauffement. Ce type d'étirements apporte de la puissance, de l'amplitude de mouvement et de la force comparativement à des étirements statiques ou pas d'étirements (Behara, 2014).

Les étirements dynamiques améliorent la production de puissance au saut vertical. Certaines autres recherches peuvent démontrer des liens différents entre les étirements dynamiques et leurs effets sur le saut vertical. Ceci peut s'expliquer par la différence de procédure comme le nombre d'étirements, pendant combien de temps, le genre d'étirements et la population à l'étude (Behara, 2014).

L'étirement statique en échauffement peut améliorer la flexibilité ainsi que la performance en réduisant le risque de blessures. Par contre diminuerait la force. Une étude explique d'ailleurs que des étirements statiques des extenseurs des genoux et des hanches ainsi que des mollets affectent à la baisse le résultat d'une répétition de force maximale au squat. Cette étude ajoute même qu'il est plutôt bénéfique de ne pas faire d'échauffement du tout, si celui-ci comprend des étirements statiques si la séance d'entraînement comprend de la force maximale (Robbins, 2018).

La période d'échauffement est nécessaire afin de préparer autant le corps physique que le corps mental. Il augmente la température corporelle, la circulation sanguine et tend à réduire quelques adhérences présentes au niveau des tissus conjonctifs. Toutefois, les étirements statiques sont encore utilisés de nos jours en échauffements. Ils améliorent la

flexibilité, mais réduisent la force. Les étirements balistiques réduisent aussi la performance. Les étirements dynamiques augmentent les performances physiques. Il existe un autre type d'échauffement qui est général. Il consiste à faire un jogging ou du vélo à un rythme doux. Le but est d'augmenter la circulation sanguine, la température corporelle et le rythme respiratoire (Behara, 2014).

Certaines études démontrent qu'autant l'auto-relâchement myofascial profond que les étirements dynamiques améliorent l'amplitude de mouvement sans diminuer la puissance ni la force. Ceci demeure donc une belle option en préparation physique contrairement aux étirements statiques, qui eux, diminuent la force et la puissance (Behara, 2014).

Les effets d'utilisation du rouleau de mousse précédant une séance d'entraînement apportent des bénéfices au niveau de la flexibilité et de la puissance (spécifiquement au saut en longueur). La flexibilité en est augmentée de 4.04 cm en moyenne lorsque comparée à un échauffement général. Le saut en longueur est plus grand chez le groupe ayant effectué l'auto-relâchement myofascial (de 9 cm) avec le rouleau de mousse comparé aux groupes qui ont effectué un échauffement général ou un échauffement dynamique. Pas de différences rapportées entre les groupes par rapport au 10 mètres de sprint. Les chercheurs croient que le local restreint dans lequel s'est produite l'analyse du sprint de 10 mètres est venu interférer sur les résultats. Car d'autres études démontrent une amélioration de la vitesse sur des sujets ayant exécuté l'auto-relâchement myofascial au sprint de 37 mètres, comparativement aux autres groupes étudiés ayant effectué un échauffement différent (Kollmann, 2017).

Ce qui ressort de cette étude, c'est que le rouleau de mousse combiné à un échauffement dynamique (idéalement avant le rouleau) en échauffement améliore la flexibilité et la puissance (particulièrement au saut en longueur) (Kollmann, 2017).

Est rapporté dans cet article qu'une étude a comparé 3 groupes (un qui exécutait des étirements statiques, l'autre qui accomplissait des étirements dynamiques et un groupe contrôle). Ensuite a été évaluée la hauteur du contre-mouvement du saut vertical et aucune différence entre les groupes n'a été observée (Niles & Sinclair, 2020).

Étirements

Un étirement consiste à aller chercher une résistance musculaire d'un segment du corps. Il existe les étirements actifs qui concernent la personne elle-même, sans l'aide externe d'une autre personne. Un étirement actif implique la contraction de certains muscles alors que d'autres se font étirer. Les étirements passifs se réalisent à l'aide d'une tierce personne qui exécute l'étirement sans que le sujet n'exécute aucun mouvement. Ce genre d'étirement peut aussi être assisté d'accessoire (Behara, 2014).

Les étirements statiques sont constants et lents, gardés habituellement pour 30 secondes. Les avantages de ces étirements sont qu'ils s'apprennent très facilement, ils ne provoquent pas le réflexe d'étirement (donc peu de risque de blessure) et ils augmentent l'amplitude de mouvements. Par contre, ils contribuent à diminuer la force et la puissance si effectués avant une performance physique. Ils allongent l'appareil musculotendineux. (Behara, 2014).

L'étirement dynamique est une approche fonctionnelle qui prépare bien le corps pour l'entraînement qui suivra. Contrairement aux étirements balistiques, il n'y a pas de rebond et c'est plus lent et contrôlé. L'approche de l'étirement dynamique est spécifique, car l'attention est portée sur la mobilité active articulaire. Il s'agit d'un type d'échauffement très avantageux en temps, car il est possible de cibler plusieurs articulations en même temps (Behara, 2014).

L'étirement dynamique est reconnu comme étant une approche pré entraînement apportant une meilleure amplitude de mouvement et une plus grande performance physique. Le but est de contracter les groupes musculaires agonistes à celui qui est ciblé lors de l'étirement. Il est documenté avoir de meilleurs résultats aux performances physiques que l'étirement statique. Les bienfaits de l'étirement dynamique sont une meilleure conduction nerveuse, plus grand recrutement moteur et une meilleure sensibilité des récepteurs. Cela fait aussi augmenter la chaleur corporelle (Niles & Sinclair, 2020).

Est mentionné dans cet article que les étirements dynamiques ont un effet positif sur le système nerveux, améliore grandement la circulation sanguine et lymphatique, l'amplitude de mouvement et réduit les tensions musculaires. Ceci vient donc réduire le risque de blessures et augmente la puissance à l'entraînement. L'auto-relâchement myofascial est également une méthode discutée en échauffement, car le but est de diminuer les adhérences fasciales (Niles & Sinclair, 2020).

Dans cette recherche, il est mentionné que 46 participants ont été observés (23 hommes et 23 femmes). Un groupe d'hommes et de femmes ont exercé l'auto-relâchement myofascial avec un rouleau de mousse au niveau des gastrocnémiens et l'autre groupe a pratiqué les étirements dynamiques toujours axés sur la même région. Le groupe ayant effectué les étirements dynamiques a eu de meilleurs résultats à la hauteur du saut vertical. Les hommes ont eu plus de gain que les femmes (Niles & Sinclair, 2020).

Une étude a comparé les effets des étirements dynamiques par rapport aux étirements balistiques sur la hauteur du saut vertical, la force et la puissance. Il s'avère que le groupe ayant fait les étirements dynamiques a eu une amélioration de la puissance comparativement au groupe contrôle d'étirements balistiques (Behara, 2014).

Une autre étude a comparé un groupe qui exécutait des étirements balistiques, un autre qui a fait des étirements dynamiques et un groupe contrôle qui n'effectuait aucun étirement. Ensuite, la hauteur du saut vertical a été mesurée et le groupe qui a fait des étirements dynamiques a donné de bien meilleurs résultats que les autres groupes (Niles & Sinclair, 2020).

Une étude a comparé les effets des étirements dynamiques versus les étirements passifs en période d'échauffement sur les effets du squat sauté. Le groupe ayant effectué les étirements dynamiques en échauffement a eu les meilleurs résultats au squat sauté (Behara, 2014). Un des désavantages de l'utilisation des étirements dynamiques est qu'ils n'ont pas le même effet sur la qualité de l'amplitude articulaire que les étirements statiques, expliqué par un niveau de relaxation moindre avec les étirements dynamiques (Behara, 2014).

Les auteurs de cet article ont eux-mêmes conduit leur recherche. Ils ont comparé 2 groupes de participants, un qui exécutait l'auto-relâchement myofascial avec le rouleau de mousse et l'autre qui faisait les étirements dynamiques. Les zones visées concernant l'auto-relâchement myofascial sont le tibial antérieur, le tractus ilio-tibial, les ischio-jambiers, les quadriceps, le latissimus dorsi, le dos, les fessiers, les mollets. Les étirements dynamiques sont le « Frankensteins », « Cradle walk », « Inchworms », « Walking quad stretch » et « Walking toe touch ». Au final, les 2 groupes ont eu les mêmes résultats à la hauteur du saut vertical (Robbins, 2018).

Alors qu'une autre étude a comparé 2 groupes : un qui exécutait des étirements statiques, l'autre qui accomplissait des étirements dynamiques et un groupe contrôle). Il a été remarqué une hauteur du saut vertical plus basse chez les sujets n'ayant pas fait les étirements dynamiques (Niles & Sinclair, 2020).

Un groupe de chercheurs a comparé 2 groupes de participants. Un qui effectuait des étirements dynamiques (les types d'étirements s'adressaient aux extenseurs des jambes) et un groupe qui n'effectuait aucun étirement. La puissance ensuite délivrée par le groupe ayant effectué des étirements dynamiques était plus élevée que le groupe n'ayant fait aucun étirement (Robbins, 2018).

Une étude révèle que les étirements statiques exécutés avant une activité physique tel le sprint, l'agilité et le saut, n'a pas d'impact négatif. Ce qui est souligné au niveau du profil des participants c'est l'aspect que ces sujets soient des athlètes. Une autre étude similaire a étudié l'impact des étirements statiques sur le sprint chez des joueurs de soccer chevronnés. Il s'avère que le sprint n'a aucunement été affecté par ce type d'échauffement. Mêmes résultats chez des femmes collégiennes très actives physiquement. Bref, l'adoption d'étirements statiques en période d'échauffement n'affecterait pas le niveau de performances physiques chez les sujets actifs (Robbins, 2018).

Hypothèse de recherche

Le relâchement manuel des tensions de la membrane interosseuse des membres inférieurs permet d'améliorer la puissance au saut vertical chez les haltérophiles et les gens pratiquant le CrossFit.

Méthodologie

Recrutement

Le recrutement des participants pour ce projet de recherche s'est fait de deux façons. Une annonce en format PDF a été envoyée aux organisateurs de groupes publics d'haltérophilie et de CrossFit sur un réseau social (Facebook). Plusieurs groupes ont été interpellé pour publier cette annonce de recrutement de participants. Deux ont répondu favorablement. Ces deux groupes sont le *Club d'haltérophilie de Montréal* et *Gym le vestiaire Villeray*. Cette méthode nous a permis de recruter 4 participants.

La deuxième méthode de recrutement concerne un réseau incluant des personnes faisant partie des connaissances de la chercheuse ainsi que des collègues d'entraînement. Un message électronique a été envoyé aux personnes pratiquant l'haltérophilie et/ou le CrossFit. Ceci a provoqué une excellente réponse. Cela a permis d'inclure 14 participants de plus.

La prise de rendez-vous s'est faite par courriel ou par Messenger afin d'avoir les informations nécessaires, telles l'âge, le genre, le numéro de téléphone et s'il y avait un intérêt d'avoir une séance d'ostéopathie gratuite (à titre de remerciement), tout juste après la visite ou ultérieurement. Tous les participants, mis à part 3 (dont 1 a remis à 2 semaines plus tard), ont pris la séance d'ostéopathie gratuite immédiatement suivant la procédure du projet de recherche. Les rendez-vous ont été réservés à l'aide du logiciel de *GOrendezvous*.

La moyenne d'âge des participants est de 34.47 ± 6.59 années et le poids corporel moyen est de 75.99 ± 15.88 Kg.

Critères d'inclusion

Les critères d'inclusion concernaient des hommes ou des femmes pratiquant l'haltérophilie et/ou le CrossFit depuis minimum un an. La tranche d'âge d'inclusion était de 18-45 ans. Les participants ne devaient pas être suivis en ostéopathie pour des blessures au même moment que la collecte de données.

Critères d'exclusion

Pour ce projet, nous devions exclure tout participant qui souffrirait de douleurs au membre inférieur. Nous devions aussi exclure les participants qui n'obtenaient pas des résultats analysables. Nous avons dû exclure un participant parce que ses sauts dépassaient le cadrage des vidéos. Son amplitude maximale n'a donc pas pu être mesurée.

Déroulement de la collecte de donnée

Le projet avec les participants s'est déroulé dans une clinique privée. Chaque participant était vu individuellement dans un bureau privé. Dès leur arrivée, les participants se sont fait expliquer les consignes pour la prise de données. La chercheuse principale a expliqué à chaque participant que 3 sauts verticaux (contre-mouvement) devaient être accomplis. Chaque saut devait être effectué sans souliers, sans échauffement, et ce, face au mur. Le balancier des bras était laissé libre à chacun.

La première étape consistait à peser chaque participant avant de procéder aux 3 premiers sauts. Cette balance utilisée est *Ibyone Health* (Ontario, Canada) compatible avec IOS ou Android. Cette balance, par capteur G de haute précision et 4 électrodes (non-perceptibles chez l'utilisateur), permet de détecter plusieurs paramètres du corps physique. Ces paramètres détectables sont : le poids, la masse musculaire, la masse viscérale, la masse osseuse, les tissus adipeux corporel et sous-cutané, la masse hydraulique, l'indice de masse corporelle et le taux de protéines. Pour cette recherche, ont été enregistrés les informations de poids corporel.

La moitié des participants (déterminé de façon aléatoire selon l'ordre de la prise de rendez-vous) devaient ensuite se placer en décubitus dorsal sur la table d'ostéopathie. Un relâchement des tensions de la membrane interosseuse des membres inférieurs droit et gauche était effectué. Cette technique manuelle était pratiquée par la rédactrice de ce projet, comptait entre 10 et 15 minutes et était appliquée par point de pression (jusqu'à l'obtention d'une fonte tissulaire) avec les pouces entre le tibia et la fibula (de proximal à distal).

L'autre moitié des participants, suivant les 3 sauts verticaux, ont utilisé le rouleau avec relief mis à leur disposition afin d'effectuer des mouvements de va-et-vient de la face antérieure et postérieure de la jambe droite et gauche. Ce roulement de va-et-vient comptait un total de 45 secondes par zone ((antérieure jambe droite, jambe gauche) et postérieure jambe droite et gauche)). Afin que ce groupe contienne des paramètres similaires à l'autre groupe quant à l'approche thérapeutique, un relâchement des tensions la membrane interosseuse des membres supérieurs droit et gauche a été effectuée (toujours par la rédactrice de ce projet).

Ensuite, chaque participant, peu importe s'ils ont reçu le relâchement des tensions de la membrane interosseuse des membres inférieurs ou s'ils ont effectué le relâchement

myofascial avec l'aide du rouleau, 3 sauts verticaux devaient donc être refaits sous les mêmes conditions que les 3 sauts précédents.

Le saut choisi était le contre-mouvement sauté. Ce saut consiste à commencer debout, ensuite de descendre en squat et de sauter par la suite.

Tous les sauts ont été filmés par un *Samsung A50* (v. *One UI 3.1*) en haute définition à 30 images par secondes. Un capteur de positionnement était mis sur les pieds (en postérieur de la malléole gauche externe) des participants pour que le logiciel puisse suivre le déplacement le plus précisément possible. Le capteur de positionnement est un auto-collant de couleur contrastante à celle de la peau. Ce point anatomique a été choisi parce qu'il reste fixe tout au long du saut et peut facilement être localisé avec précision chez tous les participants. Fixée au mur, une règle de 2 mètres est affichée pour calibrer le logiciel de capteur de mouvement. Le cadrage de la prise de vue devait permettre de voir la règle au mur, les pieds du participant avec le capteur de positionnement et avoir assez de dégagement en hauteur pour capter toute l'amplitude du saut.

Analyse des données et résultats

Une fois les vidéos enregistrés dans le *Samsung A50* (v. *One UI 3.1*), les vidéos étaient transférés sur un ordinateur (*HP 15 Notebook PC*). Tous les vidéos ont été cryptés pour qu'on ne puisse pas voir le nom du participant ni la méthode de relâchement utilisée avant les sauts. Une fois toutes les données collectées, nous avons procédé à l'analyse des sauts en utilisant le logiciel *Tracker*. *Tracker* (v.5.1.5, *Open Source Physics*) est un logiciel créé par P. Keir et al., 2003. Il nous sert à faire une analyse cinématique de vidéos. Cette méthode d'analyse a été utilisée régulièrement dans plusieurs projets et est prouvée comme étant fiable pour la mesure de distances.

Illustration 1 (test d'échantillon apparié)

Titre : Moyenne d'amélioration du saut vertical suite la libération des tensions de la membrane interosseuse des membres inférieurs ou l'auto-relâchement myofascial des membres inférieurs (région antérieure et postérieure de la jambe) à l'aide du rouleau de mousse.

| | | Paired Samples Test | | | | | | | | |
|--------|------------------------------|-------------------------|----------------|-----------------|------------|---|--------|----|-------------------|-----------------|
| | | Paired Differences | | | | 95% Confidence Interval of the Difference | | t | df | Sig. (2-tailed) |
| | | Mean | Std. Deviation | Std. Error Mean | Lower | Upper | | | | |
| Pair 1 | puissancePRE - puissancePOST | -235.89176 ^a | 549.22049 | 133.20553 | -518.27488 | 46.49135 | -1.771 | 16 | .096 ^b | |

Le test d'échantillon apparié permet d'analyser la moyenne entre deux situations ou interventions. Un participant est analysé plus d'une fois afin de comparer avant l'intervention versus après. Ensuite, si le but est de comparer cette moyenne à un participant ou à plusieurs autres participants, alors ce test peut être répété.

a : De façon générale les participants se sont améliorés de 235.89 Watts après avoir reçu une des deux techniques. Mais puisque les résultats sont non significatifs, cela peut être dû en raison de la chance. Pour que les résultats soient significatifs et donc non liés à la chance, la probabilité doit être sous 0.05. La probabilité de ce projet de recherche est de 0.096. Il est donc impossible de conclure qu'il existe une différence significative entre les résultats avant versus après une des deux interventions.

b : Le test d'échantillon apparié s'agit d'un test qui compare si la différence entre deux moyennes est due à la chance ou à l'expérimentation. Le terme « apparié » signifie que les données ont été prises sur les mêmes participants. Entre les 2 moyennes, une intervention a lieu. Dans ce cas, l'intervention est soit la libération des tensions de la membrane interosseuse des membres inférieurs ou l'auto-relâchement myofascial des membres inférieurs (région antérieure et postérieure de la jambe) à l'aide du rouleau de mousse. Le comparatif pré intervention versus post intervention est donc effectué sur le même participant.

Illustration 2 (tableau statistique)

Titre : Comparaison de la puissance du saut vertical (en Watts) en pré intervention versus post intervention (la libération manuelle des tensions de la membrane interosseuse des membres inférieurs ou l'auto-relâchement myofascial des membres inférieurs à l'aide du rouleau de mousse combinée ensemble).

| Statistics | | | | | | | | |
|----------------|---------|------------------------|------------------------|---------|--------|--------------|---------|------|
| | | puissancePRE | puissancePOST | masse | age | masseMUSCLES | methode | sexe |
| N | Valid | 17 | 17 | 17 | 17 | 1 | 17 | 17 |
| | Missing | 0 | 0 | 0 | 0 | 16 | 0 | 0 |
| Mean | | 5088.9906 ^c | 5324.8824 ^d | 75.99 | 34.47 | 86.2000 | | |
| Median | | 5421.9100 | 5189.3900 | 79.75 | 35.00 | 86.2000 | | |
| Std. Deviation | | 1122.90622 | 1289.41266 | 15.882 | 6.587 | | | |
| Variance | | 1260918.38 | 1662585.00 | 252.253 | 43.390 | | | |
| Range | | 4304.44 | 3678.60 | 51 | 26 | .00 | | |
| Minimum | | 2790.00 | 3389.71 | 53 | 18 | 86.20 | | |
| Maximum | | 7094.44 | 7068.31 | 104 | 44 | 86.20 | | |
| Percentiles | 25 | 4118.7000 | 4140.0300 | 59.92 | 29.50 | 86.2000 | | |
| | 50 | 5421.9100 | 5189.3900 | 79.75 | 35.00 | 86.2000 | | |
| | 75 | 5850.5450 | 6571.2400 | 86.50 | 39.00 | 86.2000 | | |

c et d : De façon globale, en se basant sur la moyenne de la puissance du saut précédant l'intervention manuelle de la libération des tensions de la membrane interosseuse des membres inférieurs ou l'auto-relâchement myofascial des membres inférieurs (région antérieure et postérieure de la jambe) à l'aide du rouleau de mousse ainsi que la moyenne du saut post intervention, la puissance avant les techniques est plus basse qu'après les techniques.

Ce tableau nous indique qu'en moyenne, d'après notre échantillon que la puissance augmente de 235.89 watts post intervention pouvant être expliquée soit par l'auto-relâchement myofascial ou par l'intervention manuelle. Précisément, la moyenne de la pré intervention est de 5088.99 watts et celle de la post intervention est de 5324.88 watts.

Il est à noter également que le niveau de significativité est de 0.096, tel que signalé précédemment, à l'illustration 1 (test d'échantillon apparié). À un seuil de significativité de 0.05, nous devons rejeter l'hypothèse qu'il y a une différence significative.

Signification des abréviations de l'illustration 2 :

- PuissancePRE= puissance du saut pré intervention la libération des tensions de la membrane interosseuse des membres inférieurs ou l'auto-relâchement myofascial des membres inférieurs (région antérieure et postérieure de la jambe) à l'aide du rouleau de mousse
- PuissancePOST= puissance du saut post intervention la libération des tensions de la membrane interosseuse des membres inférieurs ou l'auto-relâchement myofascial des membres inférieurs (région antérieure et postérieure de la jambe) à l'aide du rouleau de mousse
- Masse= poids (Kg) corporel de chaque participant
- MasseMUSCLES= masse musculaire

Illustration 3

Titre : Nombre de participants dans chaque catégorie

| Between-Subjects Factors | | N |
|--------------------------|---|---|
| Group | 1 | 5 |
| | 2 | 3 |
| | 3 | 5 |
| | 4 | 4 |

Groupe 1 : Femmes + auto-relâchement myofascial des membres inférieurs (région antérieure et postérieure de la jambe) à l'aide du rouleau de mousse

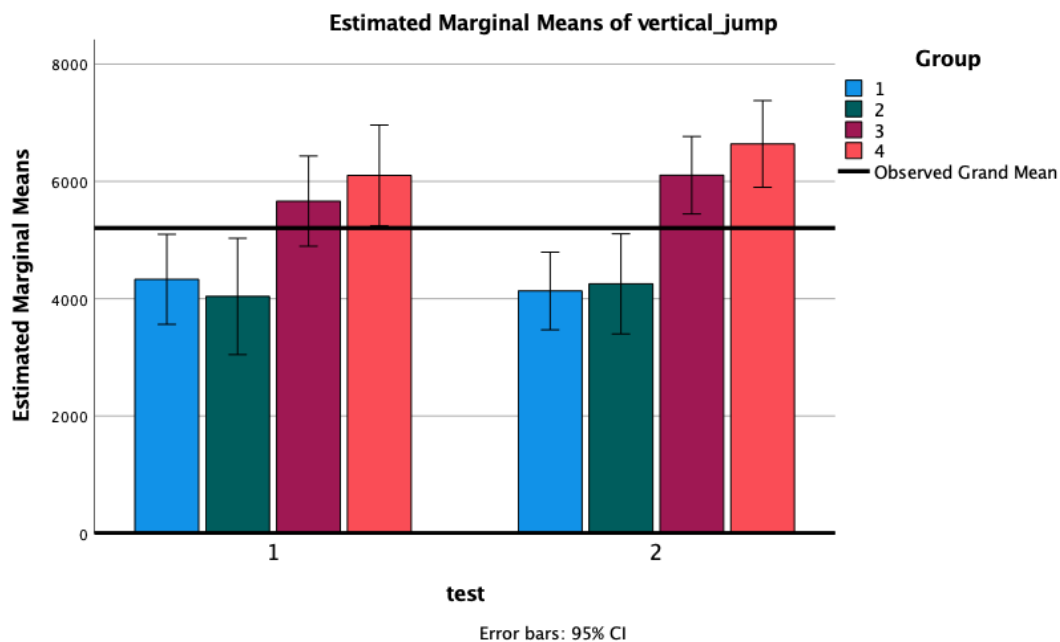
Groupe 2 : Femmes + la libération des tensions de la membrane interosseuse des membres inférieurs

Groupe 3 : Hommes + la libération des tensions de la membrane interosseuse des membres inférieurs

Groupe 4 : Hommes + auto-relâchement myofascial des membres inférieurs (région antérieure et postérieure de la jambe) à l'aide du rouleau de mousse

Illustration 4 (histogramme)

Titre : Comparaison de la puissance du saut chez les différents groupes de participants selon le genre et l'approche utilisée qui est soit la libération des tensions de la membrane interosseuse des membres inférieurs ou l'auto-relâchement myofascial des membres inférieurs (région antérieure et postérieure de la jambe) à l'aide du rouleau de mousse.



Une fois ces deux populations segmentées en 4 différents groupes (1 à 4), nous constatons que la population post intervention est en moyenne plus élevée (PRE est de 5088.99 watts et celle de POST est de 5324.88 watts), mais également nous voyons une différence intéressante au niveau du genre. En effet, les hommes (groupe 3 et groupe 4) augmentent leur puissance en POST alors que chez les femmes on constate plutôt une stabilité comme si les femmes bénéficiaient moins d'une intervention (soit par approche manuelle ou par relâchement myofascial). Nous croyons également que parce que les femmes n'ont pas augmenté leur performance, ceci a eu un impact sur le tableau 1 en n'ayant pas de différence significative à 0.05.

Illustration 5 (tableau de comparaison multiple)

Titre : Comparaison de la moyenne de la puissance du saut vertical (en watts) entre différents groupes selon leur genre (femmes ou hommes) et selon la post intervention effectuée

Multiple Comparisons

Measure: vertical_jump
Games-Howell

| (I) Group | (J) Group | Mean Difference (I-J) | Std. Error | Sig. | 95% Confidence Interval | |
|-----------|-----------|-----------------------|------------|-------------------|-------------------------|-------------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound |
| 1 | 2 | 85.34 | 577.938 | .999 | -2393.52 | 2564.21 |
| | 3 | -1654.04* | 461.369 | .030 ^j | -3135.34 | -172.74 |
| | 4 | -2139.00* | 385.315 | .004 ^k | -3421.17 | -856.83 |
| 2 | 1 | -85.34 | 577.938 | .999 | -2564.21 | 2393.52 |
| | 3 | -1739.38 | 597.143 | .136 | -4178.11 | 699.35 |
| | 4 | -2224.35 | 540.543 | .080 | -4898.78 | 450.09 |
| 3 | 1 | 1654.04* | 461.369 | .030 ^l | 172.74 | 3135.34 |
| | 2 | 1739.38 | 597.143 | .136 | -699.35 | 4178.11 |
| | 4 | -484.97 | 413.564 | .662 | -1874.47 | 904.53 |
| 4 | 1 | 2139.00* | 385.315 | .004 ^m | 856.83 | 3421.17 |
| | 2 | 2224.35 | 540.543 | .080 | -450.09 | 4898.78 |
| | 3 | 484.97 | 413.564 | .662 | -904.53 | 1874.47 |

Based on observed means.
The error term is Mean Square(Error) = 486944.273.
*. The mean difference is significant at the .05 level.

La comparaison multiple permet de comparer plusieurs moyennes entre elles et d'en déterminer leur importance de variations ainsi que leur signification statistique.

j-k-l-m : 0.03 et 0.004 : la différence entre le groupe 1 et 3 ainsi que 1 et 4 est significative= différence homme-femme.

Il n'y a pas de différences entre les deux méthodes de traitement chez les hommes entre eux ni chez les femmes entre elles.

On remarque qu'en comparant les groupes 1 vs 2 (+-85.34) ou 3 vs 4 (+-484.97) donc en fixant le genre, nous n'avons pas suffisamment de différence en moyenne pour conclure que l'intervention manuelle a significativement une différence versus l'auto-relâchement myofascial (même avec un seuil à 0.10).

Calibration du logiciel

Le logiciel est calibré en utilisant les informations suivantes:

- Fréquence d'image: 30 images par secondes
- Distance: la règle fixée au mur nous permet de calibrer la vidéo et mesurer des distances grâce au logiciel.
- Début du saut: caractérisé par la première image démontrant que le talon se soulève du sol.
- Fin du saut: le capteur de positionnement atteint son point le plus haut lors du saut.

Une fois le logiciel calibré, il nous était possible de calculer le déplacement total lors du saut en se servant de la fonction « Tape measure », du logiciel. Cette fonction nous permet de suivre le déplacement du capteur de positionnement et nous donne le déplacement total en mètres à partir du début du saut. La valeur du saut en mètres était ensuite entrée dans un fichier Excel pour procéder au calcul de la puissance du saut.

Calcul de la puissance du saut

En se basant sur les évidences, nous avons calculé la puissance du saut grâce à l'équation suivante:

$$\text{Eq. 1 } \textit{Puissance (Watts)} = 60.7 \cdot \textit{hauteur du saut (cm)} + 45.3 \cdot \textit{masse totale (Kg)} - 2055$$

Cette équation provient de l'article par Technical-Methodological Report: A Nomogram for Peak Leg Power Output in the Vertical Jump (2003) qui démontre que cette équation est valide pour calculer la puissance du saut.

Analyse statistique

Pour l'analyse statistique, nous avons utilisé le logiciel *SPSS d'IBM version 27* (IBM Corporation, Armonk, NY, USA).

Conclusion

Rien ne prouve que le relâchement myofascial manuel soit mieux que celui effectué soi-même avec le rouleau de mousse. Les deux techniques de relâchement sont équivalentes en termes d'effet sur la puissance au saut vertical. La puissance du saut n'est pas affectée par le relâchement myofascial, ni positivement ou négativement. Par ailleurs, de façon générale, les hommes génèrent une plus grande puissance que les femmes. Bref, nous croyons que l'intervention (manuelle ou auto-relâchement myofascial) permet particulièrement chez les hommes d'améliorer leur puissance au saut (voir illustration 4, comparer groupe 3 pre vs groupe 3 post et groupe 4 pre vs groupe 4 post), mais nous ne pouvons pas conclure laquelle des deux interventions procure la meilleure performance chez l'homme (voir illustration 5, groupe 3 vs groupe 4 (-484.97 watts) ou groupe 4 vs groupe 3 (484.97 watts)). L'application de techniques qui influencent le relâchement myofascial des fascias et de la membrane interosseuse des membres inférieurs n'affectera pas la performance physique et peut donc être effectuée avant une compétition pour un athlète sans nuire à ses performances. Il pourrait être intéressant d'effectuer une recherche similaire mettant l'accent sur la diminution de la présence des points gâchettes au niveau des membres inférieurs plutôt qu'un relâchement global et général des fascias.

Références

- Aguilar, A. J., DiStefano, L. J., Brown, C. N., Herman, D. C., Guskiewicz, K. M., & Padua, D. A. (2012). A dynamic warm-up model increases quadriceps strength and hamstring flexibility. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(4), 1130-1141.
- Ayers, J. L., DeBeliso, M., Sevene, T. G., & Adams, K. J. (2016). Hang cleans and hang snatches produce similar improvements in female collegiate athletes. *Biology of sport*, 33(3), 251.
- Baumgart, C., Freiwald, J., Kühnemann, M., Hotfiel, T., Hüttel, M., & Hoppe, M. W. (2019). Foam rolling of the calf and anterior thigh: biomechanical Loads and acute effects on vertical jump height and muscle stiffness. *Sports*, 7(1), 27.
- Behara, B., & Jacobson, B. H. (2017). Acute effects of deep tissue foam rolling and dynamic stretching on muscular strength, power, and flexibility in division I linemen. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(4), 888-892.
- Behara, B. J. (2014). *The Acute Effects of Foam Rolling Using a Deep Tissue Roller on Muscular Strength, Power, and Flexibility* (Doctoral dissertation, Oklahoma State University).
- Beier, Z., Earp, I., & Korak, J. A. (2019). Self-myofascial release does not improve back squat range of motion, alter muscle activation, or aid in perceived recovery 24-hours following lower body resistance training. *International journal of exercise science*, 12(3), 839.
- Bordoni, B., & Bordoni, G. (2015). Reflections on osteopathic fascia treatment in the peripheral nervous system. *Journal of pain research*, 8, 735.
- Brolinson, P. G., McGinley, S. M., & Kerger, S. (2008). Osteopathic manipulative medicine and the athlete. *Current sports medicine reports*, 7(1), 49-56.

- Buscemi, A., Petralia, M. C., Ramaci, T., Rapisarda, A., Provazza, C., Di Corrado, D., ... & Coco, M. (2019). Ergojump evaluation of the explosive strength in volleyball athletes pre-and post-fascial treatment. *Experimental and therapeutic medicine*, 18(2), 1470-1476.
- Claudino, J. G., Gabbett, T. J., Bourgeois, F., de Sá Souza, H., Miranda, R. C., Mezêncio, B., ... & Serrão, J. C. (2018). CrossFit overview: systematic review and meta-analysis. *Sports medicine-open*, 4(1), 1-14.
- Cleather, D. J., Goodwin, J. E., & Bull, A. M. (2013). Inter-segmental moment analysis characterises the partial correspondence of jumping and jerking. *Journal of strength and conditioning research/National Strength & Conditioning Association*, 27(1), 89.
- Conseil de médecine du sport du Québec. (2000). *Les blessures sportives: guide d'intervention sur le terrain*. Les Presses de l'Université de Montréal.
- Cormie, P., McBride, J. M., & McCaulley, G. O. (2009). Power-time, force-time, and velocity-time curve analysis of the countermovement jump: impact of training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(1), 177-186.
- Drake, R., Vogl, A. W., & Mitchell, A. W. (2009). *Gray's anatomy for students E-book*. Elsevier Health Sciences.
- Driss, T., Lambertz, D., Rouis, M., Jaafar, H., & Vandewalle, H. (2015). Musculotendinous stiffness of triceps surae, maximal rate of force development, and vertical jump performance. *BioMed research international*, 2015.
- Duncan, J. (2020). *The Impact of Foam Rolling on Ground Force Reaction and Vertical Jump Height* (Doctoral dissertation, The William Paterson University of New Jersey).
- Evans, N. S., & Ratchford, E. V. (2018). Superficial vein thrombosis. *Vascular Medicine*, 23(2), 187-189.
- González-Ravé, J. M., Arija, A., & Clemente-Suarez, V. (2011). Seasonal changes in jump performance and body composition in women volleyball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(6), 1492-1501.

- Healey, K., Dorfman, L., Riebe, D., Blanpied, P., & Hatfield, D. (2011). The effects of foam rolling on myofascial release and performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25, S30-S31.
- Hedrick, A., & Wada, H. (2008). Weightlifting movements: do the benefits outweigh the risks?. *Strength & Conditioning Journal*, 30(6), 26-35.
- Hendricks, S., Den Hollander, S., Lombard, W., *et al.* Effects of foam rolling on performance and recovery: A systematic review of the literature to guide practitioners on the use of foam rolling. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 2020, vol. 24, no 2, p. 151-174.
- Hsu, F. Y., Tsai, K. L., Lee, C. L., Chang, W. D., & Chang, N. J. (2020). Effects of dynamic stretching combined with static stretching, foam rolling, or vibration rolling as a warm-up exercise on athletic performance in elite table tennis players. *Journal of sport rehabilitation*, 30(2), 198-205.
- Huttunen, T. T., Kannus, P., Rolf, C., Felländer-Tsai, L., & Mattila, V. M. (2014). Acute Achilles tendon ruptures: incidence of injury and surgery in Sweden between 2001 and 2012. *The American journal of sports medicine*, 42(10), 2419-2423.
- Jones, T. A. (2004). Rolfing. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics*, 15(4), 799-809.
- Kalichman, L., & David, C. B. (2017). Effect of self-myofascial release on myofascial pain, muscle flexibility, and strength: a narrative review. *Journal of bodywork and movement therapies*, 21(2), 446-451.
- Keir, P. J., Jamnik, V., & Gledhill, N. (2003). A New Nomogram for Estimating Peak Leg Power Output in the Vertical Jump. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35(5), S339.
- Kilani, H. A. (1988). *Stretch-shortening cycle in human muscle contraction: The role of the stretch reflex in force production in various vertical jumps* (Doctoral dissertation, University of Illinois at Urbana-Champaign).

- Kipp, K., Suchomel, T. J., & Comfort, P. (2019). Correlational analysis between joint-level kinetics of countermovement jumps and weightlifting derivatives. *Journal of sports science & medicine, 18*(4), 663.
- Keir, P. J., Jamnik, V. K., & Gledhill, N. (2003). Technical-methodological report: a nomogram for peak leg power output in the vertical jump. *Journal of Strength and Conditioning Research, 17*(4), 701-703.
- Kollmann, H. M. (2017). *Acute Effects of Self-Induced Myofascial Release on Flexibility, Power, and Speed in College Age Males and Females*. Southern Illinois University at Carbondale.
- Küçükkuş, N., Günay, A., Löklüoğlu, B., & Kakil, B. (2019). Relationship between body composition, vertical jump, 30m sprint, static strength and anaerobic power for athletes. *International Journal of Sport Exercise and Training Sciences-IJSETS, 5*(2), 68-78.
- Mauroy, G., Schepens, B., & Willems, P. A. (2013). The mechanics of running while approaching and jumping over an obstacle. *European journal of applied physiology, 113*(4), 1043-1057.
- McBride, J. M., & Snyder, J. G. (2012). Mechanical efficiency and force–time curve variation during repetitive jumping in trained and untrained jumpers. *European journal of applied physiology, 112*(10), 3469-3477.
- Meyer, J., Morrison, J., & Zuniga, J. (2017). The benefits and risks of CrossFit: a systematic review. *Workplace health & safety, 65*(12), 612-618.
- Minns, R. J., & Hunter, J. A. A. (1976). The mechanical and structural characteristics of the tibio-fibular interosseous membrane. *Acta Orthopaedica Scandinavica, 47*(2), 236-240.
- Niles, B., & Sinclair, P. (2020). *The Effects of Self-Myofascial Release Compared to Dynamic Warm-Up on Muscle Performance* (Doctoral dissertation, Azusa Pacific University).

- Patel, V. D., Eapen, C., Ceepee, Z., & Kamath, R. (2018). Effect of muscle energy technique with and without strain-counterstrain technique in acute low back pain—A randomized clinical trial. *Hong Kong Physiotherapy Journal*, 38(01), 41-51.
- Paul, J., & Balakrishnan, P. (2018). Effect of strain counter strain technique and stretching in treatment of patients with upper trapezius tenderness in neck pain. *INTERNATIONAL JOURNAL OF PHYSIOTHERAPY*, 5(4), 141-144.
- Queiroga, M. R., Lima, L. S., de Oliveira, L. E. C., Fernandes, D. Z., Weber, V. M. R., Ferreira, S. A., ... & Vieira, E. R. (2021). Effect of myofascial release on lower limb range of motion, sit and reach and horizontal jump distance in male university students. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 25, 140-145.
- Rabischong, P. (2015). SFMCP 2014—Anatomie compréhensive de la région sous-malléolaire latérale. *Médecine et Chirurgie du Pied*, 31(3), 88-91.
- Robbins, Z. (2018). *Effects of Self-Myofascial Release with the Use of Foam Rollers on the Vertical Jump* (Doctoral dissertation, The William Paterson University of New Jersey).
- Sahnoun, N., Jardak, I., Keskes, K., Charfi, K., Trigui, M., Fadhel, G., & Keskes, H. (2020). La périostite du tibia, un diagnostic différentiel de tumeur osseuse: à propos d'un cas. *Médecine Nucléaire*, 44(2), 121.
- Sandrey, M. A., Chang, Y. J., & McCrory, J. L. (2019). The effect of fatigue on leg muscle activation and tibial acceleration during a jumping task. *Journal of sport rehabilitation*, 29(8), 1093-1099.
- Schleip, R., & Müller, D. G. (2013). Training principles for fascial connective tissues: scientific foundation and suggested practical applications. *Journal of bodywork and movement therapies*, 17(1), 103-115.
- Schutts, K. S. (2016). *Focus of attention influences on Olympic weightlifting kinematics*. California State University, Long Beach.

- Sizer Jr, P. S., Phelps, V., James, R., & Matthijs, O. (2003). Diagnosis and management of the painful ankle/foot part 1: clinical anatomy and pathomechanics. *Pain Practice*, 3(3), 238-262.
- Skraba, J. S., & Greenwald, A. S. (1984). The role of the interosseous membrane on tibiofibular weightbearing. *Foot & ankle*, 4(6), 301-304.
- Stecco, C. (2014). *Functional Atlas of the Human Fascial System E-Book*. Elsevier Health Sciences.
- Simmonds, N., Miller, P., & Gemmell, H. (2012). A theoretical framework for the role of fascia in manual therapy. *Journal of bodywork and movement therapies*, 16(1), 83-93.
- Suchomel, T. J., Nimphius, S., Bellon, C. R., & Stone, M. H. (2018). The importance of muscular strength: training considerations. *Sports medicine*, 48(4), 765-785.
- Travis, S. K., Goodin, J. R., Beckham, G. K., & Bazylar, C. D. (2018). Identifying a test to monitor weightlifting performance in competitive male and female weightlifters. *Sports*, 6(2), 46.
- Tuthill, J. C., & Azim, E. (2018). Proprioception. *Current Biology*, 28(5), R194-R203.
- Voigt, M., Simonsen, E. B., Dyhre-Poulsen, P., & Klausen, K. (1995). Mechanical and muscular factors influencing the performance in maximal vertical jumping after different prestretch loads. *Journal of biomechanics*, 28(3), 293-307.
- Wade, L., Lichtwark, G., & Farris, D. J. (2018). Movement strategies for countermovement jumping are potentially influenced by elastic energy stored and released from tendons. *Scientific reports*, 8(1), 1-11.
- Wagener, S., Hoppe, M. W., Hotfiel, T., Engelhardt, M., Javanmardi, S., Baumgart, C., & Freiwald, J. (2020). CrossFit®—Development, Benefits and Risks. *Sports Orthopaedics and Traumatology*.
- Wang, L., Wang, B., Xu, G., Song, Z., Cui, H., & Zhang, Y. (2016). Biomechanical comparison of bionic, screw and Endobutton fixation in the treatment of tibiofibular syndesmosis injuries. *International orthopaedics*, 40(2), 307-314.

Wilke, J., Vogt, L., & Banzer, W. (2018). Immediate effects of self-myofascial release on latent trigger point sensitivity: a randomized, placebo-controlled trial. *Biology of sport*, 35(4), 349.

Woodrup, J. (2009). *The Fundamentals of Vertical Jump Training*.

Annexes

Description des participants

| | Participant | Masse (Kg) | Puissance pré-intervention | Puissance post-intervention | % de changement | Années | lbs | Technique | Genre |
|--------|-------------|------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------|--------|-------|-------------|-------|
| I.F. | 1 | 61.30 | 4004.34 | 4412.40 | 10.19% | 42 | 86.2 | Foam roller | Femme |
| V.S. | 2 | 79.75 | 3899.01 | 3867.66 | -0.80% | 44 | 97.8 | Foam roller | Femme |
| Z.S. | 3 | 82.56 | 4746.79 | 4852.15 | 2.22% | 38 | 100.6 | Manuelle | Homme |
| J-C. A | 4 | 104.49 | 7094.44 | 7005.02 | -1.26% | 41 | 116 | Foam Roller | Homme |
| S-R. B | 5 | 82.28 | 5043.86 | 4653.79 | -7.73% | 28 | 101.2 | Manuelle | Femme |
| R.C. | 6 | 53.38 | 3845.83 | 3806.77 | -1.02% | 38 | 84.4 | Foam roller | Femme |
| H.A. | 7 | 87.09 | 6320.64 | 6505.65 | 2.93% | 29 | 106 | Manuelle | Homme |
| J.A. | 8 | 96.60 | 5459.67 | 5474.06 | 0.26% | 38 | 110.6 | Manuelle | Homme |
| M.O. | 9 | 58.54 | 5674.03 | 5189.39 | -8.54% | 30 | 86.8 | Foam Roller | Femme |
| A.T. | 11 | 85.28 | 5421.91 | 6636.83 | 22.41% | 34 | 102.8 | Manuelle | Homme |
| F.J. | 12 | 85.91 | 4284.54 | 4485.49 | 4.69% | 30 | 102.6 | Manuelle | Femme |
| B.C. | 13 | 61.80 | 5965.71 | 6468.85 | 8.43% | 18 | 86.4 | Foam roller | Homme |
| P-A.C | 14 | 70.69 | 5735.38 | 6673.29 | 16.35% | 39 | 92.6 | Foam roller | Homme |
| M.D. | 15 | 56.64 | 2790.00 | 3623.59 | 29.88% | 35 | 86.4 | Manuelle | Femme |
| S.M. | 16 | 72.41 | 5617.06 | 6410.04 | 14.12% | 39 | 94.2 | Foam roller | Homme |
| M.C | 17 | 57.27 | 4233.06 | 3389.71 | -19.92% | 28 | 87.6 | Foam roller | Femme |
| D.C. | 18 | 95.88 | 6376.57 | 7068.31 | 10.85% | 35 | 109.8 | Manuelle | Homme |
| P.D. | 10 | 123.34 | 3532.15 | 3532.15 | 0.00% | 42 | 100.5 | Manuelle | Homme |

Annonce de recrutement des participants



Isabelle Viau, Interne en ostéopathie

Haltérophiles et gens pratiquant le CrossFit recherchés pour projet de recherche en ostéopathie

Sujet : L'impact que peut avoir le relâchement des tensions de la membrane interosseuse des membres inférieurs sur la puissance d'exécution du saut vertical chez les haltérophiles et chez les gens pratiquant le CrossFit.

Lieu : Le tout sera effectué à la clinique où je travaille avec la mise en place vigoureuse des mesures sanitaires. (Adresse : 1744 William #310, Griffintown)

Durée : Un total de 30 à 40 minutes doit être prévu à cet effet.

Les participants seront évalués sur leur puissance au saut vertical avant et après une technique d'ostéopathie ou relâchement myofascial des jambes avec un rouleau en mousse. Une seule visite est nécessaire.

Je suis donc à la recherche de participants et participantes adultes pratiquant l'haltérophilie ou le CrossFit de façon régulière depuis un minimum d'un an.

Compensation d'une séance d'ostéopathie gratuite avec moi (valide pour un an)

Si vous êtes intéressé :

-courriel : isabelle@osteokine.ca

-téléphone (appel ou message texte) : 514-618-0816