

**« Core stability training » et puissance musculaire:
une méta-analyse**

Mathilda Moret

Etudiante HES – Filière Physiothérapie

Jonathan Fellay

Etudiant HES – Filière Physiothérapie

Directeur de travail : Nicolas Mathieu

**TRAVAIL DE BACHELOR POUR L'OBTENTION DU DIPLÔME
BACHELOR OF SCIENCE HES-SO IN PHYSIOTHERAPIE
JUILLET 2013**

RÉSUMÉ

Introduction : L'entraînement de « *core stability* » est devenu la base de plusieurs programmes d'entraînement chez les athlètes ces dernières années. Ce concept est couramment appliqué par les professionnels de la santé, dans le but d'augmenter la performance sportive de leurs athlètes. Cependant, la relation d'un tel entraînement avec la performance athlétique reste encore peu connue.

But : L'objectif de notre revue systématique est d'évaluer les effets d'un entraînement de *core stability* sur la puissance musculaire développée, plus précisément sur la force musculaire et la vitesse de déplacement des membres périphériques chez des athlètes.

Méthode : Les bases de données suivantes ont été explorées : Cochrane, PsycINFO, PubMed, CINAHL, ProQuest, Web of Science et Google Scholar. Quatre articles récents ont été sélectionnés : deux études randomisées contrôlées et deux études contrôlées.

Résultats : Notre analyse inférentielle et notre analyse narrative ont démontré qu'un entraînement de *core stability* engendre une amélioration clinique de la puissance musculaire et de la vitesse de déplacement des membres périphériques, ainsi que de la force musculaire des membres inférieurs. Cette amélioration clinique reste toutefois non significative, d'un point de vue statistique ($p = 0.95$; $p = 0.07$; $p = 0.41$).

Conclusion : Peu d'études ont été effectuées, c'est pourquoi il faut considérer les résultats de notre revue systématique avec précaution. Néanmoins, en qualité de physiothérapeute, nous devons prendre en considération ces améliorations cliniques dans notre pratique professionnelle quotidienne tout en restant attentifs et avisés aux futurs travaux qui seront réalisés à ce sujet.

Mots-clés : entraînement, stabilité, tronc, puissance, athlètes.

RÉSUMÉ EN ALLEMAND

Einleitung: In den letzten Jahren wurde die *core stability*-Methode zur Grundlage verschiedener Trainingsprogramme bei Leistungssportlern. Dieses Konzept wird häufig von Fachleuten aus dem Bereich Gesundheit angewendet, um die Leistung ihrer Sportler zu erhöhen. Allerdings bleibt die Beziehung zwischen einem solchen Training und der sportlichen Leistung noch wenig bekannt.

Ziel: Das Ziel der vorliegenden systematischen Übersichtsarbeit ist es, die Auswirkung eines *core stability*-Trainings bei Leistungssportler auf die entwickelte muskuläre Leistung, präziser gesagt auf die Muskelkraft und auf die Fortbewegungsgeschwindigkeit der peripheren Gliedmassen, zu evaluieren.

Methode: Die Suche erfolgte auf folgenden Datenbanken: Cochrane, PsycINFO, PubMed, CINAHL, ProQuest, Web of Science und Google Scholar. Insgesamt wurden vier aktuelle Studien eingeschlossen: Zwei randomisierte kontrollierte Studien und zwei kontrollierte Studien.

Resultate: Unsere Meta-Analyse und narrative Analyse haben aufgezeigt, dass ein *core stability*-Training eine klinisch relevante Verbesserung der muskulären Leistung, der Fortbewegungsgeschwindigkeit der peripheren Gliedmassen sowie der Muskelkraft der unteren Extremität ergibt. Diese klinische Verbesserung bleibt allerdings statistisch nicht signifikant ($p = 0.95$; $p = 0.07$; $p = 0.41$).

Schlussfolgerung: Die Anzahl durchgeführten Studien ist tief, weshalb die Resultate dieser Literaturübersicht mit Vorsicht zu betrachten sind. Dennoch müssen diese klinischen Verbesserungen in der alltäglichen Praxis mit einbeziehen, immer unter Berücksichtigung der zukünftigen Arbeiten, welche zu diesem Thema publiziert werden.

Schlüsselwörter: Training, Stabilität, Rumpf, Leistung, Leistungssportler

REMERCIEMENTS

Tout d'abord, nous remercions vivement notre directeur de travail de Bachelor, M. **Mathieu Nicolas**, pour son soutien ainsi que ses conseils avisés et remarques pertinentes tout au long de la réalisation de cette revue systématique.

Nous adressons un grand merci à M. **Hilfiker Roger**, pour son aide précieuse dans l'analyse des résultats et dans l'utilisation du logiciel *RevMan 5*, ainsi qu'à Mme **Mittaz Gaby**, pour la sienne dans l'utilisation de *Zotero*.

Merci aussi à M. **Leuridan Yvan**, pour ses conseils concernant la conceptualisation de notre travail.

Nous tenons également à remercier tous **les auteurs** qui ont répondu positivement à nos mails et nous ont fourni la version complète de leurs études.

Nous remercions Mlle **Moret Maëlle** pour la réalisation des croquis de notre travail de Bachelor.

Nous aimerions encore remercier nos **familles** et **amis** pour leur soutien durant l'élaboration de notre travail, ainsi que pour leurs corrections et leurs avis lors de sa relecture.

Finalement, nous disons nos sincères remerciements à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de notre travail de Bachelor.

Nous confirmons que nous avons réalisé ce travail de manière indépendante. Tous les textes repris dans des articles ont été traduits de manière libre, sans l'assistance de logiciels et dûment référenciés. La présente revue systématique a passé le contrôle anti-plagiat « URKUND ».

Mathilda Moret et Jonathan Fellay

TABLE DES MATIERES

1. Introduction.....	1
1.1. Contexte général et physiothérapeutique.....	1
1.2. Contexte personnel	2
1.3. Cadre théorique	2
1.3.1. Stabilité du centre « <i>core stability</i> »	2
1.3.2. Programme d'entraînement ciblé <i>core stability</i>	6
1.3.3. <i>Core stability</i> – Performance motrice des membres périphériques	9
1.3.4. Puissance musculaire	11
1.3.5. Tests et instruments de mesure	13
1.3.6. Athlète	18
1.3.7. Question de recherche	18
1.3.8. Hypothèse	18
2. Méthode.....	19
2.1. Design.....	19
2.2. Critères d'inclusion	19
2.3. Critères d'exclusion.....	20
2.4. Recherche électronique	20
2.5. Tri des articles	21
2.5.1. Premier tri	21
2.5.2. Deuxième tri	21
2.5.3. Évaluation de la qualité	22
2.5.3.1. Évaluation de la qualité des études incluses.....	22
2.6. Recherche non électronique.....	23
2.7. Résumé de la sélection des articles.....	24
2.8. Études incluses	25
2.9. Extraction des données	25
2.9.1. Grille de lecture	25
2.9.2. Gestion des données	25
2.10. Forest plots	26
2.10.1. Taille de l'effet	26
2.10.2. Intervalle de confiance.....	27
2.10.3. Valeur P	27
2.10.4. Hétérogénéité.....	27
3. Résultats	28
3.1. Analyse descriptive	28
3.2. Analyse inférentielle.....	28

3.2.1. Puissance musculaire globale	28
3.2.2. Puissance musculaire des membres inférieurs.....	29
3.2.3. Vitesse de déplacement globale.....	29
3.2.4. Vitesse de déplacement des membres inférieurs	30
3.3. Analyse narrative.....	30
3.3.1. Étude de Butcher et al.....	30
3.3.2. Étude de Mills et al.....	31
3.3.3. Étude de Saeterbakken et al.....	32
3.3.4. Étude de Tse et al.....	32
4. Discussion	34
4.1. Discussion des résultats.....	34
4.1.1. Puissance musculaire.....	34
4.1.2. Vitesse de déplacement	35
4.1.3. Force musculaire.....	35
4.2. Limites de notre revue systématique	36
4.3. Limites des études sélectionnées	37
4.4. Points forts de notre revue systématique	37
4.5. Comparaison avec la littérature existante.....	38
4.5.1. Revue systématique	38
4.5.2. Autres indicateurs observés dans la littérature	39
4.5.3. Autres thématiques en lien avec la <i>core stability</i>	40
4.6. Recherches futures.....	41
5. Conclusion.....	42
5.1. Implication pour la pratique	42
5.2. Apport personnel	42
6. Références bibliographiques	I
7. Liste des figures	VII
8. Liste des illustrations.....	VII
9. Liste des tableaux.....	VII
10. Annexes.....	VIII
10.1. L'échelle PEDro.....	VIII
10.2. Grille de lecture Butcher et al. 2007.....	IX
10.3. Grille de lecture Mills et al. 2005.....	X
10.4. Grille de lecture Saeterbakken et al. 2011.....	XI
10.5. Grille de lecture Tse et al. 2005	XII
10.6. Tableau d'extraction des données	XIII

1. INTRODUCTION

1.1. CONTEXTE GÉNÉRAL ET PHYSIOTHÉRAPEUTIQUE

Le concept de « *core stability*¹ » est apparu à la fin des années 1990 (Hodges & Richardson, 1998). Dans le passé, ces exercices étaient réalisés seulement par des patients avec des problèmes lombaires dans les services de physiothérapie en milieu hospitalier (McGill, 2001). Toutefois, ils sont maintenant couramment effectués par des personnes en bonne santé dans des *fitness* et centres de sport (Willardson, 2007). Ce concept amène les entraîneurs et athlètes à penser qu'une amélioration de la stabilité du tronc permettrait d'améliorer leurs performances sur le terrain (Sharrock, Cropper, Mostad, Johnson, & Malone, 2011). La musculature du *core* inclut les muscles du tronc et du pelvis, qui sont responsables du maintien de la stabilité de la colonne vertébrale et du pelvis. Ces muscles sont essentiels pour le transfert de l'énergie à partir du tronc jusqu'aux extrémités au cours de nombreuses activités (Tse, McManus, & Masters, 2005).

Bien que certains ouvrages de physiologie de l'effort et quelques médias approuvent ces idées, les scientifiques restent incertains quant à la relation entre la stabilité du tronc et les performances athlétiques (Sharrock et al., 2011). Malgré ces incertitudes, la majorité des athlètes entraînent continuellement leur *core stability* (Mills, Taunton, & Mills, 2005). En effet, l'entraînement du centre que les Anglo-saxons appellent « *core training* » servait de fondement à plusieurs programmes d'entraînement destinés aux athlètes, au cours de la dernière décennie aux Etats-Unis (Sharrock et al., 2011). En dépit d'un manque apparent de recherches portant sur les effets de la *core stability* sur la performance sportive, plusieurs commentaires communs ont été établis : l'augmentation de la force de la musculature stabilisatrice du tronc peut conduire à une amélioration des capacités à générer de la vitesse, peut augmenter la capacité à changer de direction (agilité), améliorer l'équilibre et, *in fine*, faire diminuer les risques de blessures (Drock, 2003).

En tant que physiothérapeutes du sport, nous serons probablement amenés à exercer notre profession avec des athlètes qui chercheront constamment à améliorer leurs performances. C'est pourquoi il est important de connaître les effets d'un entraînement

¹ La traduction littérale de *core stability* est « stabilité du centre ». Afin de simplifier la lecture de notre travail, nous avons décidé d'employer les termes de stabilisation du tronc ou de stabilisation de la région lombo-pelvienne pour définir la *core stability*.

de stabilisation musculaire du tronc sur la puissance musculaire des membres périphériques.

1.2. CONTEXTE PERSONNEL

Durant nos stages, nous avons souvent eu l'occasion de réaliser des exercices de *core stability* chez des patients souffrant de pathologies du rachis (lombalgies, patients instables, post-op, ...). Nous avons pu remarquer que pour la plupart, ces exercices apportaient des résultats satisfaisants sur les douleurs. Il a été très intéressant d'exercer des techniques de traitement sur le rachis de nos patients. C'est pourquoi nous souhaitons réaliser notre travail de Bachelor sur un thème se rapportant à cette région du corps.

Comme la physiothérapie du sport est un domaine qui nous motive particulièrement et que les effets des exercices de stabilisation du tronc sur la performance sportive sont encore peu connus à ce jour, nous avons décidé d'en explorer la littérature relative.

D'un point de vue personnel, ce sujet nous a souvent interpellés lors de la pratique de diverses activités sportives telles que le badminton, le ski, le beach volley, le basketball ou encore des jeux sur la « *Wii Fit* ». Nous prenions conscience de l'importance de la stabilité de notre tronc, pour développer de la puissance au niveau de nos membres périphériques lors du saut, de la frappe de la balle ou encore de la descente à ski. Ces impressions ne sont pas à considérer comme des preuves scientifiques, c'est pour cette raison que nous avons décidé de réaliser une revue systématique concernant cette thématique.

1.3. CADRE THÉORIQUE

1.3.1. STABILITÉ DU CENTRE « CORE STABILITY »

Le terme anglo-saxon « *core* » est utilisé pour désigner le tronc et plus précisément la région lombo-pelvienne. Cette dernière connecte les extrémités inférieures aux membres supérieurs (Bergmark, 1989). Selon Panjabi (1992b), la stabilité du centre est « *la capacité du système stabilisateur à maintenir la zone neutre intervertébrale dans les limites physiologiques* ». La communication entre la musculature du tronc et le système neuromusculaire permet au corps de retrouver un nouvel état d'équilibre (Bullock-Saxton, Bullock, Tod, Riley, et Morhan, 1991) et permet la stabilité de la région lombo-

pelvienne. Ce concept dynamique de *core stability* doit continuellement répondre aux ajustements posturaux et aux charges externes supportées par le corps pour maintenir l'équilibre (McGill, Grenier, Kavcic, & Cholewicki, 2003). La stabilité de cette région est très importante car elle fournit une base pour les mouvements des extrémités, elle supporte les charges et elle protège la moelle épinière et les racines nerveuses. Le système stabilisateur se compose de trois sous-systèmes qui travaillent de manière complémentaire pour garantir une stabilité efficace. Il s'agit du système passif, actif et neural (Panjabi, 1992a).

SOUS-SYSTÈMES DE LA STABILITÉ

Système passif

Il se compose des ligaments épineux et des facettes des articulations entre les vertèbres adjacentes.

Ce système permet à la colonne lombaire de supporter une charge limite d'environ 10 kg. Cependant, pour permettre le soutien de la masse corporelle ainsi que les charges supplémentaires associées à des exercices de résistance et à des activités dynamiques, le sous-système actif est nécessaire (McGill et al., 2003).

Système actif

La musculature du *core* se compose de vingt-neuf paires de muscles qui supportent le complexe lombo-pelvien. Ces muscles aident la colonne vertébrale et le bassin à se stabiliser durant des mouvements fonctionnels (Fredericson & Moore, 2005).

Ce système est divisé en deux groupes de muscles (local et global), en fonction de leurs rôles dans la stabilisation du tronc (Bergmark, 1989).

Local

Le système local se compose de petits muscles profonds (Mm. *transversus abdominis* et Mm. *multifidi*) qui contrôlent les mouvements inter-segmentaires entre les vertèbres adjacentes et qui répondent aux changements de postures, ainsi qu'aux charges extrinsèques (Fredericson & Moore, 2005). Ces muscles sont dit primaires, car ils ne génèrent pas suffisamment de force pour créer des mouvements dans les articulations qu'ils traversent. Les Mm. *obliquus internus*, les Mm. *quadratus lumborum*, le Mm. *diaphragma*, les muscles du plancher pelvien, le Mm. *iliocostalis lumborum* et les Mm. *longissimus* jouent tous un rôle secondaire dans le système de stabilisation local (Norris,

2001). L'augmentation de la tension au sein de ces muscles, va accroître la force de compression entre les vertèbres lombaires, ce qui va rigidifier la colonne lombaire pour améliorer la stabilité (McGill et al., 2003).

Rappel anatomo-physiologique :

Le Mm. *transversus abdominis* (TrA) comprime l'abdomen grâce à ses fibres horizontales qui créent une sangle abdominale (Tortora & Grabowski, 2003). Selon Akuthota et Nadler (2004), les Mm. *Multifidi* se divisant en trois muscles (*lumborum, thoracis, cervicis*) et s'étendant du sacrum à la deuxième vertèbre cervicale, travaillent en tant que stabilisateurs segmentaires. En travaillant ensemble, les Mm. *multifidi* provoquent une extension de la colonne vertébrale (Tortora & Grabowski, 2003). Hodges et Richardson (1999) montrent que l'activité de ces deux muscles précède les mouvements des membres inférieurs et supérieurs, approximativement de 30 à 100 millisecondes chez des patients sains. Le but de l'activation de ces muscles avant le mouvement des extrémités est d'aider la colonne lombaire à se stabiliser (Hodges & Richardson, 1996).

Global

Le système global est responsable de la production des mouvements du tronc. Il se compose de grands muscles superficiels qui transfèrent les forces entre la cage thoracique et le bassin. Il agit également dans l'augmentation de la pression intra-abdominale (Bergmark, 1989). Les muscles qui produisent le mouvement sont le Mm. *rectus abdominis*, les fibres latérales des Mm. *obliquus externus*, les Mm. *psoas major* et les Mm. *erector spinae* (Norris, 2001). En raison de leurs longs bras de levier, ces muscles sont capables de créer des grands mouvements du tronc et de réaliser des torsions en mettant l'accent sur la puissance et la vitesse (Fredericson & Moore, 2005). La musculature de la hanche est également impliquée dans la stabilisation musculaire du tronc et du bassin ainsi que dans le transfert de la force des membres inférieurs vers le bassin et la colonne vertébrale, en particulier lors des activités sportives (Lyons, Perry, Gronley, Barnes, & Antonelli, 1983).

Rappel anatomo-physiologique :

Le Mm. *rectus abdominis* naît par trois digitations de la face externe du cinquième au septième cartilage costal, du processus xiphoïde et des ligaments chondro-xiphoïdiens et s'insère sur la crête pubienne. En se contractant, il fléchit la colonne vertébrale et

comprime l'abdomen (Tortora & Grabowski, 2003). Ce muscle est essentiellement activé dans les exercices dorsaux et abdominaux traditionnels (Fredericson & Moore, 2005). Les fibres latérales du Mm. *obliquus externus* partent des huit côtes inférieures et s'insèrent sur la crête iliaque. Ce muscle a la même fonction que le muscle précédent lorsque la contraction est bilatérale, mais réalise une flexion ipsilatérale et une rotation contro, lorsque la contraction est unilatérale (Tortora & Grabowski, 2003). C'est le plus grand et le plus superficiel des muscles abdominaux (Cholewicki, Juluru, & McGill, 1999). Ces derniers sont principalement impliqués dans le contrôle de la position de la colonne vertébrale et du bassin (Oddsson, 1990) et doivent, avec les Mm. *multifidi*, activer uniquement 5 à 10 % de leurs contractions volontaires maximales pour rigidifier les segments de la colonne vertébrale (Cholewicki et al., 1999).

Le Mm. *psaos major* naît des faces latérales de la douzième vertèbre thoracique, des vertèbres lombales une à quatre et des disques intervertébraux qui les séparent et s'insèrent au niveau du petit trochanter du fémur (Tortora & Grabowski, 2003). Agissant ensemble avec le Mm. *iliacus*, le Mm. *psaos major* effectue une flexion et une rotation externe de hanche, ainsi qu'une flexion du tronc. Les Mm. *erector spinae* se composent de trois groupes comprenant plusieurs muscles. Ils partent des côtes, des processus transverses et épineux des vertèbres et des crêtes iliaques, pour aller s'insérer sur les côtes, les processus transverses et épineux, l'occiput et sur le processus mastoïdien de l'os temporal. Ces muscles sont responsables de l'extension de la colonne vertébrale (Tortora & Grabowski, 2003). Les principaux muscles des *erector spinae* sont le Mm. *longissimus* et le Mm. *iliocostalis*, qui sont principalement des muscles thoraciques, mais qui agissent sur la région lombaire au moyen d'un long tendon qui se fixe au niveau du bassin (Akuthota & Nadler, 2004).

Système neural

Ce dernier système doit continuellement contrôler et ajuster les forces musculaires basées sur le feedback provenant des fuseaux musculaires, des organes tendineux de Golgi et des ligaments épineux.

Les exigences relatives à la stabilité peuvent changer instantanément, sur la base des ajustements posturaux ou des charges externes reconnues par le corps. Ce système doit être capable d'assurer une stabilité suffisante, tout en permettant aux mouvements articulaires souhaités de se produire (McGill et al., 2003).

1.3.2. PROGRAMME D'ENTRAÎNEMENT CIBLÉ *CORE STABILITY*

L'entraînement de la musculature du *core* n'est pas à considérer comme un simple renforcement du tronc. Dans les efforts athlétiques, l'endurance musculaire semble être plus importante que la force musculaire pure (Taimela, Kankaanpää, & Luoto, 1999). Un manque de coordination de la musculature de la région lombo-pelvienne peut conduire à une diminution de l'efficacité du mouvement et peut également mener à des mouvements de compensation, qui peuvent provoquer des blessures (Fredericson & Moore, 2005). Le focus de plusieurs programmes de stabilisation du tronc est mis sur le système musculaire local profond (Barr, Griggs, & Cadby, 2005).

Un programme d'exercices de la musculature du *core* devrait être réalisé en plusieurs étapes, en suivant une progression. Il devrait commencer par un réajustement de la longueur et de la mobilité musculaire normale, afin de corriger les éventuels déséquilibres musculaires existants. Cela est nécessaire pour garantir une fonction articulaire optimale et des mouvements efficaces. Ensuite, l'activation de la musculature profonde du tronc devrait être enseignée à travers des exercices de type *core stability*. Une fois ces exercices maîtrisés, d'autres exercices plus intensifs, sur plan instable, peuvent être rajoutés. Enfin, ces exercices devraient être transférés à la position debout afin d'accentuer l'aspect fonctionnel, ce qui favorise l'équilibre et la coordination de mouvements précis. Le but d'un programme avancé de stabilisation du tronc est d'entraîner des mouvements fonctionnels plutôt que des muscles séparément (Fredericson & Moore, 2005).

Un programme ciblé *core stability* est précédé par des exercices de type « *cat* et *camel* », pour mobiliser les segments rachidiens et le bassin, ainsi que par un programme court d'exercices aérobiques en guise d'échauffement. Il débute ensuite par la reconnaissance de la position neutre de la colonne vertébrale (entre la flexion et l'extension lombaire). Celle-ci est présentée dans plusieurs sports, comme étant la position de puissance et d'équilibre pour une performance athlétique optimale (Akuthota & Nadler, 2004).



Figure 1: *Cat et camel* (Moret, 2013)

La première étape de l'entraînement de stabilisation du tronc consiste en l'apprentissage de l'activation de la musculature abdominale.

Lorsque l'athlète maîtrise cette technique d'activation et que le Mm. *transversus abdominis* est stimulé, l'entraînement peut progresser. Les athlètes doivent alors réaliser des exercices « *big 3* » comme décrits par McGill (2001). Il s'agit d'une contraction isométrique des trois couches de la paroi abdominale (*rectus, obliquus, transversus*) produisant une véritable ceinture musculaire autour de la colonne vertébrale. Ces exercices incluent le « *curl-up* », le « *side bridge* » et le « *quadruped* » avec alternations des mouvements des bras et des jambes. Cette étape peut également inclure le « *prone plank* » et le « *bridging* » (Fredericson & Moore, 2005).

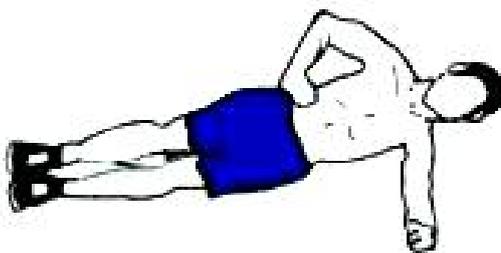


Figure 2: *Side bridge* (Moret, 2013)



Figure 3: *Quadruped* (Moret, 2013)

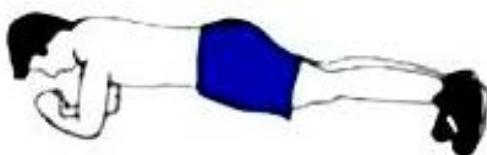


Figure 4: *Prone plank* (Moret, 2013)

Ces exercices devraient être réalisés trois fois par semaine, pour maximiser les résultats. L'athlète commence par une, voire deux séries de quinze répétitions et progresse vers trois séries de quinze à vingt répétitions. Les exercices sont réalisés initialement en décubitus dorsal, latéral et en position quatre pattes. Durant ces exercices, l'inclinaison du bassin devrait être évitée, la colonne vertébrale maintenue dans une position neutre et la respiration suivre un rythme normal (Fredericson & Moore, 2005). Ces exercices devraient être suffisants pour assurer une santé optimale de la colonne vertébrale au quotidien. Cependant, les exigences sont plus élevées lorsque l'on parle de performance athlétique et les exercices sont réalisés avec un plus grand risque de lésions tissulaires (McGill, 2001).

Lorsque l'athlète démontre une stabilité efficace du tronc durant les exercices statiques, des exercices plus compliqués comprenant une « *swissball* » par exemple, peuvent débiter. Ces exercices devraient être pratiqués au moins deux fois par semaine en réalisant deux séries de dix à quinze répétitions. L'athlète doit maintenir une position lombaire neutre et garder la colonne vertébrale dans un alignement parfait, durant tout l'exercice (Fredericson & Moore, 2005).

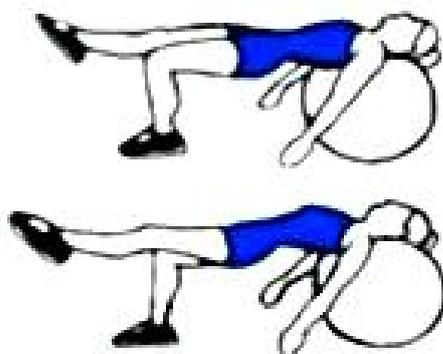


Figure 5: Leg bridge alterné avec épaules sur la *swissball* (Moret, 2013)

Ainsi, l'athlète devrait poursuivre rapidement son entraînement avec des exercices plus fonctionnels en position assise, debout et de marche. Un programme avancé de stabilisation du tronc met l'accent sur le développement de l'équilibre et de la coordination, tout en réalisant des modèles de mouvement variés dans les trois plans de mouvement : sagittal, frontal et transversal. Il devrait entraîner le contrôle réflexe et la

régulation posturale. Les exercices peuvent alors s'intensifier, en utilisant des surfaces instables (Fredericson & Moore, 2005).

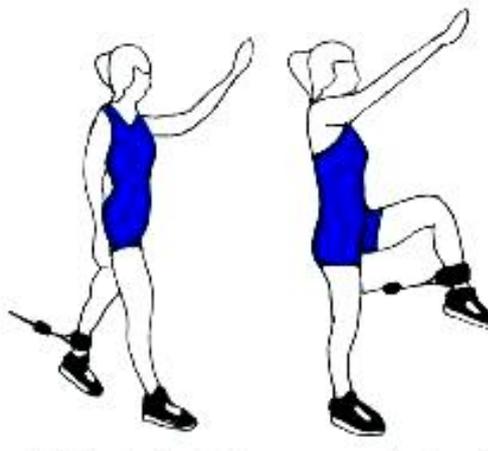


Figure 6: *Single-leg balance* avec flexion de hanche (Moret, 2013)

1.3.3. CORE STABILITY – PERFORMANCE MOTRICE DES MEMBRES PÉRIPHÉRIQUES

Le *core* est particulièrement important en sport, il offre une stabilité proximale pour permettre la mobilité distale (Kibler, Press, & Sciascia, 2006). En effet, un entraînement de *core stability* peut optimiser la capacité des muscles des membres inférieurs à produire de la force, en offrant une base stable à partir de laquelle les muscles peuvent se contracter (Kisner, 2007), ou en améliorant la conduite neurale aux muscles des membres inférieurs (Sale, 2008). La force stabilisatrice du tronc est donc importante comme point fixe à l'exécution d'un mouvement d'un segment. Sans oublier que les muscles du tronc participent aussi pleinement à l'exécution du mouvement dans la plupart des gestes sportifs. Cordo et Nashner (1982) ont clarifié l'importance du système neuromusculaire, à travers des recherches portant spécifiquement sur les modèles d'activation musculaire pendant les activités sportives. Il a été démontré qu'en réponse à un mouvement rapide du bras, les modèles d'activation musculaire commencent dans les extrémités inférieures et se dirigent vers le tronc, pour finir au niveau des membres supérieurs, d'où l'importance d'une musculature entraînée du tronc. Ces modèles de développement de la force depuis le sol, à travers le tronc jusqu'au segment distal, ont été établis dans plusieurs sports tels que le tennis (Kibler, 1995) ou encore le baseball (Hirashima, Kadota, Sakurai, Kudo, & Ohtsuki, 2002). Le lancer de balle inclut des mouvements du tronc et des membres inférieurs, ce qui peut

générer une plus grande quantité de force du lancer de balle (Hirashima et al., 2002). Happee et Van der Helm (1995) affirment que le tronc et les muscles péri-scapulaires sont responsables de près de 85% de l'activation musculaire nécessaire lors de la phase de décélération du bras.

Le système de stabilisation du tronc doit fonctionner de manière optimale pour utiliser efficacement la force, la puissance, l'endurance et le contrôle neuromusculaire. Si les muscles des membres sont forts et que le *core* est faible, une somme suffisante de force ne pourra pas être créée pour effectuer des mouvements efficaces (Tse et al., 2005).

Le lancer à bras cassé

On parle de lancer à bras cassé, lorsqu'il est accompli à une main et lorsque cette dernière se trouve au-dessus de la ligne des épaules au moment du lâcher de l'objet. Il est également caractérisé par une flexion plus ou moins prononcée de l'avant-bras. Plusieurs sports tels que le baseball, le football américain, le handball ou encore le lancer du javelot, utilisent cette forme de lancer (Atwater, 1979).

Il existe quatre phases principales lors du lancer à bras cassé : la phase d'élan, la phase d'armer du bras, la phase de tir et la phase de décélération du bras.

La phase d'élan a pour but de placer le corps dans une position optimale lors de l'exécution du lancer. Elle peut varier en fonction de l'activité. La phase d'armer du bras consiste à positionner le bras vers l'arrière du tireur, alors que la phase de tir permet de propulser l'objet vers l'avant. Pour terminer, la phase de décélération du bras replace le bras dans une position de repos.

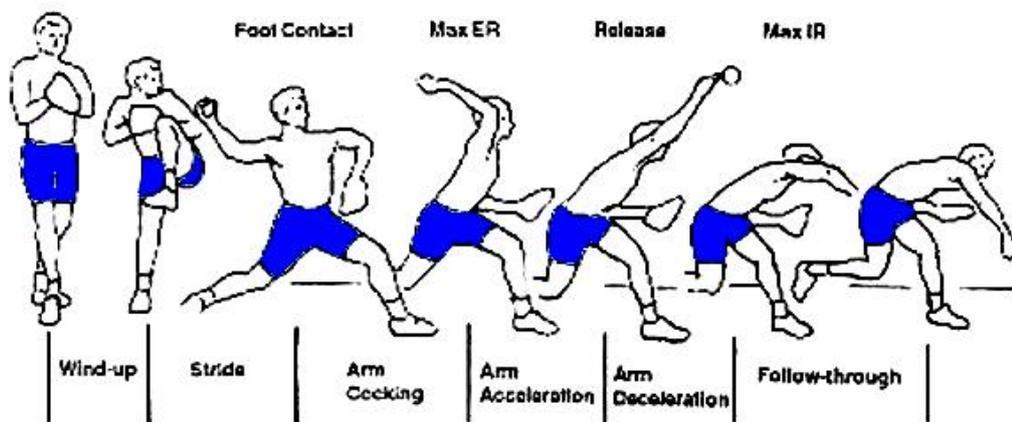


Figure 7: Phases du lancer au baseball, d'après Fleisig et al. (1996)²

² Figure modifiée par Moret (2013)

La synchronisation et la coordination entre la rotation du bassin et la partie haute du tronc est très importante pour permettre à l'énergie produite, de passer des membres inférieurs aux membres supérieurs (Fleisig et al., 1996).

Selon l'étude de Hirashima et al. (2002), l'activation du Mm. *obliquus externus* controlatéral au bras du lancer, précède la contraction de l'homolatéral. En plus d'empêcher la réalisation d'une rotation simultanée de la partie supérieure du tronc et du bassin pour faire face à la cible, l'activation précoce du Mm. *obliquus externus* controlatéral engendre un étirement dans les autres muscles du tronc du tireur. Cet étirement est très efficace dans la production de la force et de l'énergie, car la composante contractile est augmentée après un étirement musculaire (Cavagna, Dusman, & Margaria, 1968). Le Mm. *obliquus externus* homolatéral au bras utilisé pour le lancer, s'active lorsque le pied touche le sol. Cela signifie que la rotation de la partie haute du tronc vers le côté controlatéral au bras du lancer, commence lorsque le pied est à terre et que le tronc est stabilisé.

La présence d'une grande vitesse angulaire de l'épaule, du coude et du poignet au moment du lancer de l'objet, peut faire contribuer le Mm. *rectus abdominis* à la force centripète requise pour le mouvement circulaire du bras. Plus la vitesse angulaire est grande, plus il est important pour la force centripète de soutenir le mouvement circulaire. Puis, lorsque la phase du lâcher de la balle approche, la distance entre le centre de masse du corps et la balle augmente, et une plus grande force centripète est demandée. L'activation du Mm. *rectus abdominis* se fait donc juste avant l'expulsion de la balle (Hirashima et al., 2002).

1.3.4. PUISSANCE MUSCULAIRE

La puissance musculaire développée lors du lancer à bras cassé, par exemple, caractérise l'aspect explosif de la force. Elle est tout aussi importante pour une personne âgée qui souhaite se déplacer jusqu'au magasin ou monter les escaliers, que pour un sportif olympique ou un enfant Infirmes Moteur Cérébral (Sargeant, 2007).

Elle dépend de deux facteurs : la force et la vitesse. Celles-ci font partie des composantes de la condition physique, tout comme la souplesse, l'endurance et la coordination (Pradel, 1997). Pour la réalisation d'un geste sportif performant, il est fondamental d'être en possession de ces différents facteurs de la condition physique, tout en y ajoutant les capacités et habiletés technico-tactiques, les facteurs morphologiques, les facteurs de santé et les qualités de la personnalité (Weineck, 1990).

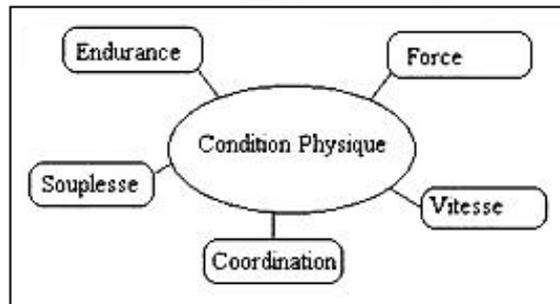


Figure 8: La condition physique (Weineck, 1998)

La puissance musculaire représente le produit de la vitesse en mètres par seconde (m/s) par la force en Newtons mètres par kilo de poids corporel (Nm/Kg). Le Watt par kilo (W/Kg) sert d'unité de mesure (Nadeau, 1985). Elle se manifeste par tous les muscles qui produisent une vitesse et peut être définie comme le taux de production de la force musculaire, à travers un mouvement (Fleck and Kraemer, 2004). Une augmentation de cette puissance permet à un muscle donné de produire la même quantité de travail en moins de temps, ou une plus grande amplitude de travail en un même temps (Peterson, Alvar, & Rhea, 2006). La puissance maximale se situe à 50% de la force maximale et à 33% de la vitesse maximale sur la courbe force-vitesse (Egger, 2006).

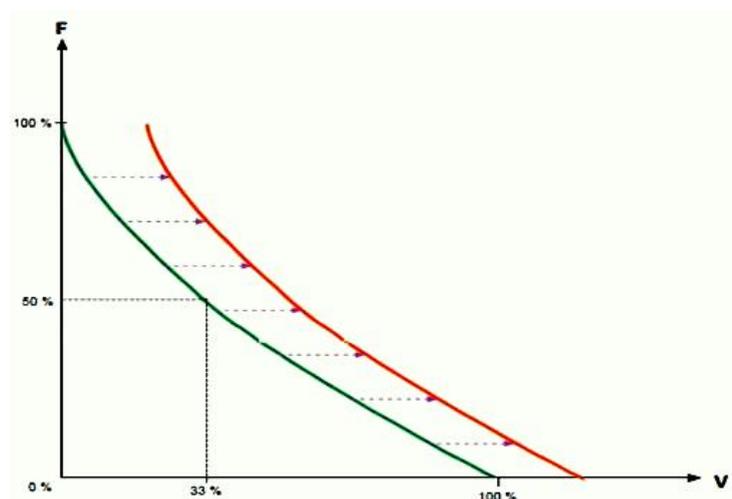


Figure 9: Les orientations du renforcement musculaire (Egger, 2006)

La vitesse correspond à la quantité de déplacement du segment mobilisé par unité de temps, alors que dans un cadre sportif, un exercice de force est un mouvement qui permet au groupe musculaire de produire beaucoup de tension (Nadeau, 1985). La deuxième loi de Newton (Hay & Boulfroy, 1980) affirme que l'accélération d'un corps

est proportionnelle à la force qu'il subit. Du moment qu'un corps se déplace et que sa vitesse varie, on peut en conclure qu'une force est présente. Les forces peuvent être soit égales, soit opposées. L'énergie dépensée par les muscles du squelette est tout de même activée, même sans déplacement.

On sait que la vitesse de raccourcissement musculaire dépend de la force qui s'oppose au déplacement, et que la force que peut déployer un muscle dépend de la vitesse du raccourcissement. En effet, un mouvement réalisé avec une vitesse d'exécution maximale ne favorise pas une force de contraction maximale (Hill, 1938).

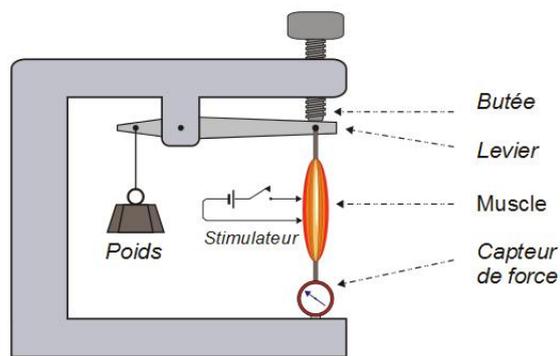


Figure 10: Relation force-vitesse d'un muscle isolé (Hill, 1938)

1.3.5. TESTS ET INSTRUMENTS DE MESURE

La puissance musculaire, la force musculaire et la vitesse de déplacement peuvent être évaluées par différents tests. Voici quelques exemples de tests régulièrement utilisés pour mesurer ces différents indicateurs de performance :

Countermovement vertical jump (saut vertical avec contre mouvement)

Protocole

- pieds au sol
- écart des pieds égal à la largeur des épaules → bon équilibre
- position verticale, avec le tronc le plus droit possible
- les mains restent sur les hanches tout le long du test
- genoux en extension (angle de 180°)
- tenir la position de départ 2 à 3 secondes

- descendre rapidement entre 90 et 120 degrés de flexion de genou (angle optimal pour bénéficier de la plus grande puissance : 90°)
- sans faire de pause, sauter verticalement aussi haut que possible en réalisant une extension explosive des jambes
- rebondir sur la pointe des pieds pour encourager l'extension des genoux et des pieds

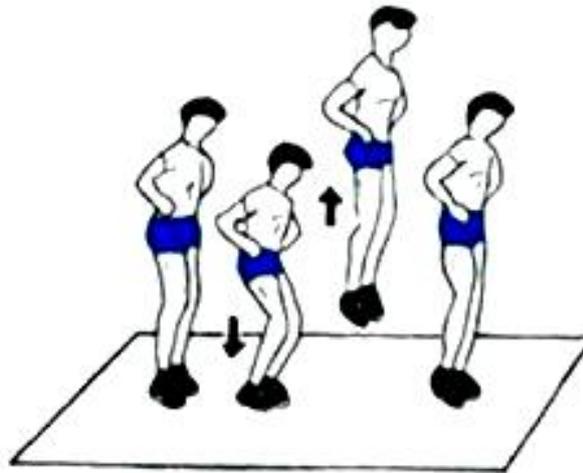


Figure 11: *Countermovement vertical jump* (Moret, 2013)

- ✓ Ce test a été validé par Markovic et al. (2004). Il a une excellente fiabilité pour l'estimation de la puissance des membres inférieurs.

Squat jump (saut vertical sans contre mouvement)

Protocole

- pieds au sol
- écart des pieds égal à la largeur des épaules → bon équilibre
- position verticale, avec le tronc le plus droit possible
- les mains restent sur les hanches tout le long du test
- genoux fléchis entre 90 et 120 degrés
- tenir la position 3 à 4 secondes
- sauter verticalement aussi haut que possible en réalisant une extension explosive des jambes
- rebondir sur la pointe des pieds pour encourager l'extension des genoux et des pieds

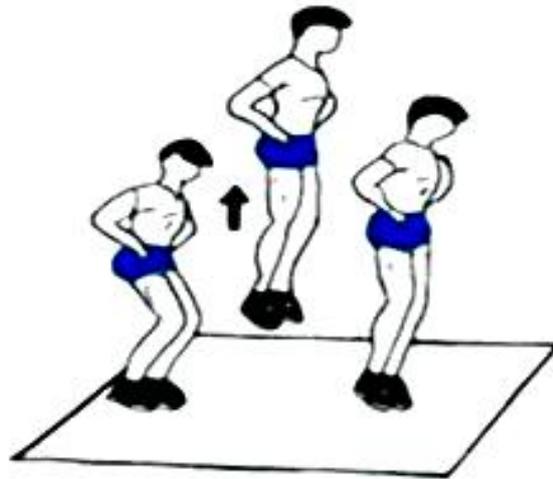


Figure 12: *Squat jump* (Moret, 2013)

✓ Ce test a été validé par Markovic et al. (2004). Il a une excellente fiabilité pour l'estimation de la puissance des membres inférieurs.

Backward overhead medicine ball throw (le lancer de *medicine ball* en arrière par dessus la tête)

Protocole :

- écart des pieds égal à la largeur des épaules
- talons sur la ligne de mesure au point 0
- tenir la « *medicine ball* » avec les bras en extension, à la hauteur des épaules
- fléchir les hanches, les genoux et le tronc et abaisser la *medicine ball* juste en-dessous de la hauteur des hanches
- impulsion des hanches vers l'avant, extension des genoux et du tronc, flexion des épaules et élévation de la *medicine ball* au-delà des épaules, avant de la jeter en arrière, par-dessus la tête en maintenant l'extension des bras
- à la fin du mouvement, les chevilles sont en flexion plantaire et les genoux, les hanches et le tronc en extension. Les épaules sont fléchies en-dessus de la tête.
- le but du test est d'envoyer la *medicine ball* le plus loin possible

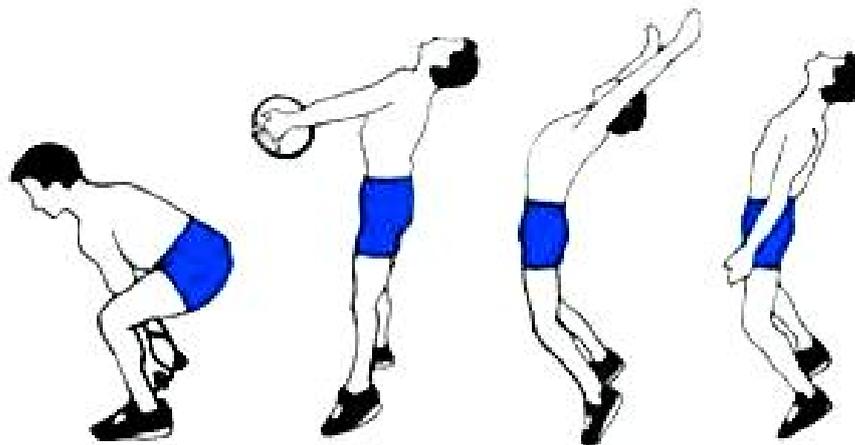


Figure 13: *Backward overhead medicine ball throw* (Moret, 2013)

- ✓ Ce test a été validé par Stockbrugger & Haennel (2001). Il est très fiable pour mesurer la puissance explosive de tous les modèles de mouvement du corps et les capacités athlétiques générales.

Plusieurs instruments de mesure existent pour quantifier ces tests. En voici quelques exemples :

L'« *OptoJump* » est un système de détection optique qui se compose de deux barres, une émettrice et une réceptrice. Ces deux barres communiquent en permanence. Cet appareil permet de mesurer le temps de contact au sol et le temps d'envol du sujet. Suite à l'enregistrement de ces valeurs, il mesure une série de paramètres liés à la performance athlétique.



Illustration 1: *OptoJump*³

- ✓ Cet instrument de mesure a été validé par Glatthorn et al. (2011). Il a une excellente fiabilité pour l'estimation de la hauteur de saut vertical.

³ *OptoJump*: (« OptoJumpSystem.jpg »)

Le « *Myotest* » est un accéléromètre qui se fixe sur le corps du sujet ou sur une barre, et qui permet de mesurer la force et la vitesse et par conséquent, la puissance musculaire développée par les membres périphériques.



Illustration 2: Accéléromètre *Myotest*⁴

- ✓ Cet instrument de mesure a été validé par Comstock et al. (2011) pour son utilisation en fixation sur une barre. Il est valide et fiable pour l'évaluation de la hauteur de saut vertical, mais non valide et non fiable pour mesurer la vitesse de saut vertical (Casartelli, Müller, & Maffiuletti, 2010).

Le « *Newtest Powertimer 300-series testing portable photocells* » est composé d'un capteur photosensible permettant de mesurer la hauteur de saut ou encore la vitesse de course.



Illustration 3: *Newtest Powertimer 300-series testing portable photocells*⁵

- ✓ Cet instrument de mesure est toutefois peu valide (Enoksen, Tønnessen, & Shalfawi, 2009).

⁴ Accéléromètre *Myotest*: (« Myotest_1.jpg »)

⁵ *Newtest Powertimer 300-series testing portable photocells*: («Newtest_Powertimer_300_series_reversed.jpg »)

1.3.6. ATHLÈTE

Un athlète est une personne qui pratique un sport (« Le petit Larousse illustré », 2002). C'est également une personne possédant des aptitudes naturelles ou acquises telles que la force, l'agilité et l'endurance, qui sont nécessaires à l'exercice physique ou au sport, et plus particulièrement dans un contexte compétitif (« Athlete - definition of athlete by the Free Online Dictionary, Thesaurus and Encyclopedia. »). Dans la littérature, l'athlète compétitif est défini comme étant une personne pratiquant un sport individuel ou d'équipe. Il réalise des entraînements et des compétitions de manière régulière, pour s'opposer à la concurrence et accorde une grande importance à l'excellence et à la réussite (Maron & Zipes, 2005). L'athlète d'élite fait partie d'une organisation reconnue par le pays ou d'une instance plus importante (association de rugby, fédération de foot,...) et concourt dans une catégorie de niveau supérieur à celle d'un simple athlète (« Elite Athlete Friendly University | Charles Sturt University »).

1.3.7. QUESTION DE RECHERCHE

Quels sont les effets d'un entraînement de stabilisation musculaire du tronc, sur la puissance musculaire développée, plus précisément sur la force musculaire et la vitesse de déplacement des membres périphériques chez des athlètes ?

1.3.8. HYPOTHÈSE

En nous fondant sur nos expériences personnelles, ainsi que sur la littérature explorée avant la réalisation de notre revue systématique, nous pensons qu'un entraînement ciblé *core stability* permettrait d'améliorer la performance sportive des athlètes, et plus particulièrement la puissance musculaire de leurs membres périphériques.

2. MÉTHODE

2.1. DESIGN

Nous avons réalisé une revue systématique de la littérature de 2000 à 2012 en colligeant des études randomisées contrôlées ainsi que des études contrôlées.

2.2. CRITÈRES D'INCLUSION

Nous avons inclus uniquement les études comprenant une population d'athlètes compétitifs. Seules les études comprenant des sportifs de moins de 65 ans ont été retenues. Nous n'avons pas souhaité définir un sport et un sexe spécifique, afin d'obtenir un maximum d'articles. Pour l'intervention, les études doivent contenir un entraînement de la stabilisation musculaire du tronc. Les sujets du groupe *Contrôle* peuvent réaliser leur entraînement habituel mais ne reçoivent en aucun cas un protocole d'entraînement de *core stability*, ni aucun autre type d'entraînement. En ce qui concerne les indicateurs observés (*outcomes*), nous avons choisi d'inclure les articles étudiant les composantes de force musculaire, de vitesse de déplacement ou de puissance musculaire des membres périphériques.

Afin de rédiger une revue systématique de qualité, nous avons gardé uniquement les études les mieux placées dans la pyramide de l'évidence, c'est-à-dire les études randomisées contrôlées, les études contrôlées et les études de cohortes.

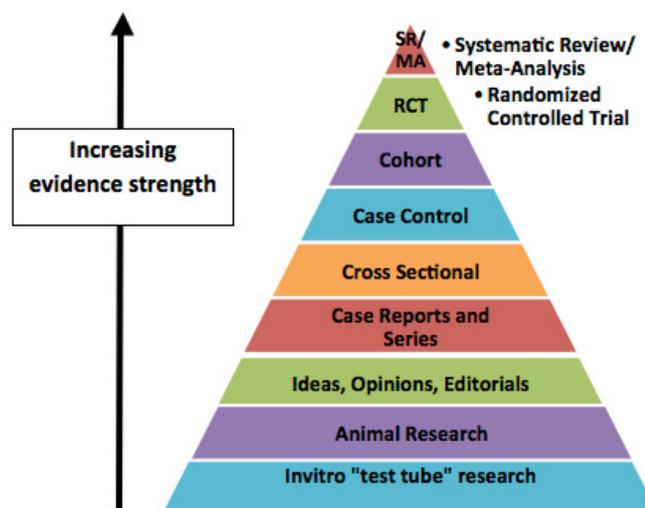


Illustration 4: Pyramide de l'évidence⁶

⁶ Pyramide de l'évidence: (« Pyramide de l'évidence.jpg »)

2.3. CRITÈRES D'EXCLUSION

Nous avons exclu dans un premier temps toutes les études qui s'intéressaient aux blessures, aux douleurs ou encore celles liées à la réhabilitation. Nous avons également écarté les études évaluant la relation entre la stabilité musculaire du tronc et la performance sportive, sans réalisation préalable d'un entraînement ciblé *core stability*. Tous les articles rédigés dans une autre langue que le français, l'anglais, l'allemand ou l'italien ont finalement été exclus.

2.4. RECHERCHE ÉLECTRONIQUE

Pour répondre à notre question de recherche, nous avons exploré diverses bases de données utilisées dans le domaine de la santé : Cochrane, psycINFO, PubMed, CINAHL, ProQuest et Web of Science. Nous avons également exploré les moteurs de recherche Google Scholar et Google Medical afin de sélectionner des articles supplémentaires. Notre première recherche a été effectuée en octobre 2012 et la seconde en mars 2013, afin d'inclure de nouvelles études se rapportant à notre thème, pour étayer notre discussion. Nous avons également inséré des alertes dans les différentes bases de données pour ne manquer aucun article.

Dans un premier temps, nous avons survolé les différentes bases de données afin d'avoir un aperçu de la littérature en lien avec notre sujet. Très vite, nous avons constaté le peu de publications scientifiques qui le concernent, ce qui démontre que c'est un thème d'actualité. Nous avons donc réalisé une équation de recherche booléenne simplifiée, afin d'inclure un maximum d'articles. Celle-ci reprenait les critères d'inclusion et d'exclusion concernant le PIO (Population Intervention *Outcomes*) :

Population : athletes
AND
Intervention : (core exercise OR core stability OR core strength)
AND
Outcomes : (muscle power OR athletic performance)

Afin d'être plus précis dans nos recherches d'articles, nous avons décidé de rajouter à notre équation booléenne, plusieurs critères d'exclusion concernant les indicateurs de mesure (*outcomes*) :

Outcomes : NOT (injury OR injuries) NOT (low back pain OR pain) NOT rehabilitation

Chaque base de données ayant ses particularités, nous avons dû adapter notre stratégie de recherche à chacune d'elles en rajoutant ou supprimant un des termes mentionnés ci-dessus.

2.5. TRI DES ARTICLES

En écrivant notre équation booléenne sur les différentes bases de données citées précédemment, un total de 1'065 articles a été trouvé. Suite à ce résultat, nous avons débuté le tri de nos articles, qui s'est déroulé en trois étapes. Dans un premier temps, chaque étape s'est faite de manière individuelle, afin d'optimiser la qualité de notre sélection, puis en cas d'opinions divergentes, nous nous sommes concertés avant d'en discuter avec notre directeur de travail de Bachelor.

2.5.1. PREMIER TRI

Pour réaliser ce premier tri, nous avons choisi nos articles en fonction de leur titre et de la lecture de leurs résumés. Nous avons décidé de réaliser ce premier tri en deux étapes, afin d'être certains de collecter un nombre suffisant d'articles à la fin de notre tri. Pour commencer, les études qui évoquaient des notions de stabilité du tronc, de force musculaire, de vitesse de déplacement ou encore de puissance musculaire ont été retenues. Les articles étudiant les autres types d'entraînement (résistance, force, ...) ont été exclus. Lors de cette première étape, nous n'avons pas tenu compte du type de population étudiée. Ce critère a été utilisé lors de la deuxième étape de notre tri. Lorsqu'il n'était pas précisé dans le titre ou le résumé de l'article, ce dernier était exclu. A la fin de ce premier tri, seize articles ont été retenus.

2.5.2. DEUXIÈME TRI

Pour réaliser le second tri, une lecture complète des articles présélectionnés lors de la première étape a été nécessaire. Nous avons d'abord vérifié le *design* de chaque article, afin d'inclure uniquement les études randomisées contrôlées, les études contrôlées ainsi que les cohortes, et avons contrôlé l'année de publication. Puis, nous avons vérifié que l'étude comprenait bien un entraînement ciblé *core stability* et que les différents critères d'inclusion énoncés plus haut étaient bien présents. Les articles qui n'isolaient pas

l'entraînement de stabilisation musculaire du tronc ont été exclus. Quatre articles ont été inclus lors du second tri.

2.5.3. ÉVALUATION DE LA QUALITÉ

Pour évaluer la qualité de nos études randomisées contrôlées et nos études contrôlées, nous nous sommes basés sur l'échelle « *Physiotherapy Evidence Database* » (PEDro), validée par Maher et al. (2003) [voir annexe 10.1]. Cette échelle est couramment utilisée lors d'analyses d'articles ayant trait à la physiothérapie. Elle nous permet d'identifier rapidement quels sont les essais cliniques réellement ou potentiellement randomisés, qui sont susceptibles d'avoir une bonne validité interne et qui peuvent avoir suffisamment d'informations statistiques pour rendre leurs résultats interprétables.

Avant d'évaluer la qualité de nos articles, nous avons discuté de chaque item, afin de nous mettre d'accord sur les différents critères de l'échelle PEDro. Ensuite, nous avons évalué la qualité des quatre études sélectionnées, d'abord de manière individuelle, et par la suite, nous avons comparé nos résultats. Lorsqu'une information a été omise ou n'était pas claire, nous avons considéré l'item négatif.

Deux items n'ont pas pu être remplis dans l'échelle PEDro. Il s'agit des items 5 et 6, concernant l'aveuglement des sujets et des thérapeutes ayant administré le traitement ; ils ne peuvent pas être utilisés lorsque l'intervention est un entraînement. Le premier item de l'échelle PEDro concernant la validité externe, n'est pas pris en compte pour calculer le score PEDro. Ainsi, nos études ont été évaluées sur huit items, au lieu de onze. Nous avons décidé d'inclure les études ayant un score minimum de quatre, afin d'inclure le maximum d'articles.

2.5.3.1. ÉVALUATION DE LA QUALITÉ DES ÉTUDES INCLUSES

L'étude de Butcher et al. (2007) a obtenu un score de 5/8 sur l'échelle PEDro. Trois items n'ont pas été remplis. L'étude ne précise pas si la répartition a respecté une assignation secrète et si les examinateurs étaient en aveugle. Les mesures ont été obtenues pour 83% des sujets initialement répartis dans les groupes, ce qui est inférieur au pourcentage demandé (85%).

L'étude de Mills et al. (2005) a obtenu un score de 6/8. L'auteur n'a également pas précisé si la répartition avait respecté une assignation secrète et si les examinateurs étaient en aveugle.

L'étude de Saeterbakken et al. (2011) a obtenu un score de 5/8. Le deuxième item de l'échelle PEDro, concernant la répartition aléatoire des sujets, n'est pas tout à fait clair car la répartition des groupes a été faite par équipes. De plus, nous ne savons pas si la répartition a respecté une assignation secrète et si les examinateurs sont en aveugle.

L'étude de Tse et al. (2005) a obtenu un score de 4/8. Elle a perdu trois points pour les mêmes raisons que l'étude de Saeterbakken et al. (2011), et un point supplémentaire car les mesures n'ont pas été obtenues pour plus de 85% des sujets initialement répartis dans les groupes.

Nous avons résumé dans le tableau ci-dessous les résultats de chaque étude pour les différents items :

	Critères d'éligibilité précisés	Sujets répartis aléatoirement dans les groupes	Assignation secrète	Groupes similaires	Examineurs en aveugle	Mesures obtenues pour plus de 85% des sujets	Reçu le bon traitement	Résultats des comparaisons statistiques intergroupes	Estimation des effets et de leur variabilité
Butcher 2007	+	+	-	+	-	-	+	+	+
Mills 2005	+	+	-	+	-	+	+	+	+
Saeterbakken 2011	+	-	-	+	-	+	+	+	+
Tse 2005	+	-	-	+	-	-	+	+	+

Tableau 1: Évaluation de la qualité des études incluses à l'aide de l'échelle PEDro

Vert= item présent Rouge= item absent

2.6. RECHERCHE NON ÉLECTRONIQUE

Avant d'évaluer la qualité de nos articles sélectionnés, nous avons exploré leurs bibliographies afin de rechercher des études supplémentaires, intéressantes pour notre travail.

2.7. RÉSUMÉ DE LA SÉLECTION DES ARTICLES

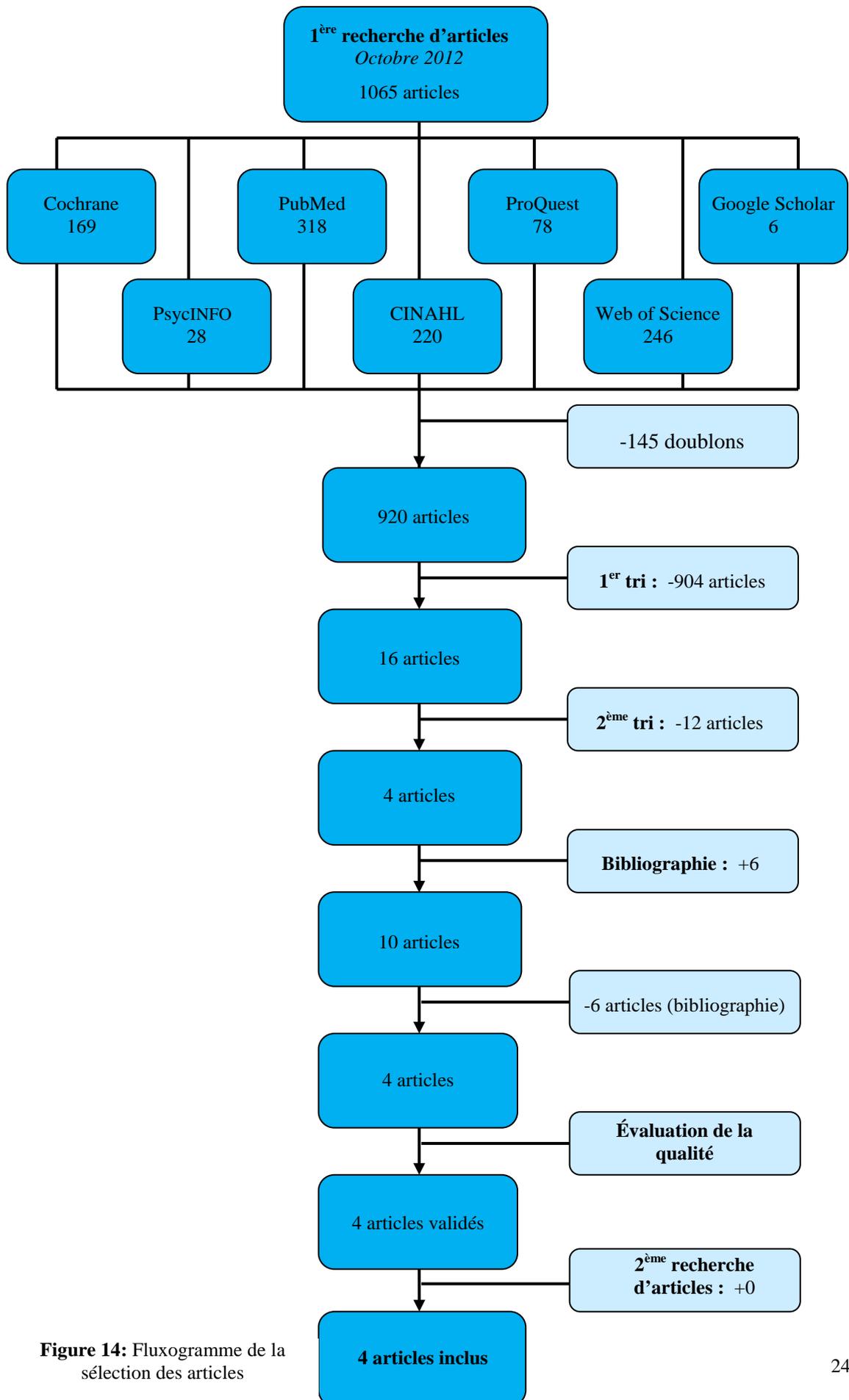


Figure 14: Fluxogramme de la sélection des articles

2.8. ÉTUDES INCLUSES

In fine, nous avons inclus quatre études (deux RCT et deux études contrôlées).

Études randomisées contrôlées :

Butcher, S. J., Craven, B. R., Chilibeck, P. D., Spink, K. S., Grona, S. L., & Sprigings, E. J. (2007). The effect of trunk stability training on vertical takeoff velocity. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 37(5), 223-231.

Mills, J. D., Taunton, J. E., & Mills, W. A. (2005). The effect of a 10-week training regimen on lumbo-pelvic stability and athletic performance in female athletes: a randomized-controlled trial. *Physical Therapy Sport*, 6, 60-66.

Études contrôlées :

Saeterbakken, A. H., van den Tillaar, R., & Seiler, S. (2011). Effect of core stability training on throwing velocity in female handball players. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association*, 25(3), 712-718.

Tse, M. A., McManus, A. M., & Masters, R. S. W. (2005). Development and validation of a core endurance intervention program: implications for performance in college-age rowers. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association*, 19(3), 547-552.

2.9. EXTRACTION DES DONNÉES

2.9.1. GRILLE DE LECTURE

Une grille de lecture a été réalisée pour chacune de nos études incluses afin d'en ressortir les éléments importants [voir annexes 10.2-10.5].

2.9.2. GESTION DES DONNÉES

Avant d'établir nos résultats, nous avons dû extraire les données pré et post-tests des groupes *Intervention* et des groupes *Contrôle* de chaque étude et les rentrer dans un tableau d'extraction des données sur Excel, nécessaire pour réaliser les « *forest plots* »: [voir annexe 10.6]

- Nombre de participants
- Mean +/- SEM
- Mean +/- SD

Par la suite, nous avons utilisé le logiciel *RevMan 5* afin d'établir les résultats sous forme graphique (*forest plots*).

2.10. FOREST PLOTS

Nous avons représenté les résultats des études incluses dans des *forest plots*. Ces derniers sont utilisés pour illustrer les résultats d'une étude individuelle ou d'une méta-analyse. Chaque étude est représentée par un carré, dont la taille est proportionnelle à la pondération assignée à cette étude dans la méta-analyse, et par une ligne horizontale s'étendant de chaque côté, qui donne l'intervalle de confiance. Le losange correspond à la moyenne pondérée des différentes études et indique l'effet global de l'intervention. Un axe vertical, qui est coupé par un intervalle de confiance ou par un losange, montre qu'il n'existe pas d'effet statistiquement significatif pour l'étude analysée. Cependant, il n'est pas correct d'affirmer que l'intervention n'a pas d'effet clinique. Les *forest plots* nous permettent de visualiser en faveur de quel groupe penchent les résultats, en observant la position des éléments qui y figurent par rapport à l'axe vertical (The Cochrane Collaboration, 2011).

Nous avons réalisé sept *forest plots* pour illustrer nos résultats : quatre pour l'analyse inférentielle et trois pour l'analyse narrative.

Il nous a été possible de réaliser une analyse inférentielle pour évaluer la puissance musculaire globale, la puissance musculaire des membres inférieurs (MI), la vitesse de déplacement globale, ainsi que la vitesse de déplacement des membres inférieurs. Ces *forest plots* compilent les données des études sélectionnées ayant le même indicateur observé. Les temps de mesure sont cependant différents dans chaque étude.

Afin de rendre nos résultats plus lisibles, nous avons réalisé des *forest plots* sur les études individuelles évaluant la force musculaire des membres inférieurs, la vitesse de déplacement et la puissance musculaire des membres supérieurs (MS).

2.10.1. TAILLE DE L'EFFET

La taille de l'effet mesure la force de l'effet observé d'une variable par rapport à une autre. Elle est représentée dans notre revue systématique par la « *Standardised Mean*

Difference » (SMD). L'échelle établie catégorise l'effet en trois dimensions, rapidement interprétable : 0.2 représente un petit effet, 0.5 un effet modéré et 0.8 un grand effet (The Cochrane Collaboration, 2011).

2.10.2. INTERVALLE DE CONFIANCE

L'intervalle de confiance permet de définir une estimation de valeurs parmi laquelle l'effet de l'intervention a une forte probabilité de s'y trouver. Un petit intervalle de confiance signifie que l'effet de l'intervention est prouvé alors qu'un grand intervalle indique que les effets de l'intervention sont peu connus (The Cochrane Collaboration, 2011).

2.10.3. VALEUR P

La valeur p correspond à la probabilité d'obtenir l'effet désiré par rapport à une hypothèse nulle. Cette dernière indique une intervention sans effet clinique ; cela signifie qu'il n'y a pas de véritable différence entre les résultats obtenus dans les différents groupes. Une valeur p inférieure à 0.05 a une faible chance d'être due au hasard, c'est pourquoi on dit, que l'effet observé est statistiquement significatif et l'hypothèse nulle est donc rejetée. Cependant, une valeur p supérieure à 0.05 n'indique pas que l'intervention n'a aucun effet, mais qu'il n'y pas assez d'évidence pour prouver l'effet de l'intervention. Afin d'interpréter correctement les résultats, la valeur p doit être exprimée avec un intervalle de confiance à 95% (The Cochrane Collaboration, 2011).

2.10.4. HÉTÉROGÉNÉITÉ

Il existe plusieurs types d'hétérogénéité. La diversité clinique (variabilité des participants, des interventions et des indicateurs observés), la diversité méthodologique (variabilité de la qualité et du *design*) et pour finir l'hétérogénéité statistique, qui correspond à la variabilité des effets des interventions évaluée dans les différentes études et qui se nomme également « hétérogénéité » (I^2). Cette dernière est calculée automatiquement par le logiciel *RevMan 5*. Une échelle a été établie pour que l'on puisse rapidement interpréter l'hétérogénéité : (The Cochrane Collaboration, 2011)

- 0-40% : pas de différence importante
- 30-60% : hétérogénéité modérée
- 50-90% : hétérogénéité substantielle
- 75-100% : hétérogénéité considérable

3. RÉSULTATS

Nous avons établi nos résultats, en incluant uniquement les groupes de chaque étude qui analysaient la puissance musculaire, la force musculaire ou la vitesse de déplacement.

3.1. ANALYSE DESCRIPTIVE

Les données de quatre études publiées ont été traitées. Il s'agit de deux études randomisées contrôlées et de deux études contrôlées. Cette compilation d'études comprend un échantillon de 105 participants. Dans les groupes *Intervention* (GI), 57 athlètes ont reçu un entraînement de stabilisation musculaire du tronc. Dans les groupes *Contrôle* (GC), 14 participants ont réalisé un « *circuit training* » associé à quelques exercices traditionnels de stabilisation du tronc, et 34 n'ont reçu aucun protocole ciblé *core stability* et ont réalisé leur entraînement habituel. Le genre des athlètes ne figurant pas dans une étude, nous ne pouvons pas établir la proportion de femmes et d'hommes dans l'échantillon de notre revue systématique. La moyenne d'âge pondérée est de 20,29 ans (16.5-24). La puissance musculaire développée par les membres périphériques a été analysée dans deux études (2x MI, 1x MS), la vitesse de déplacement est présente dans trois études (2x MI, 1x MS) et la force musculaire est évaluée dans une étude (MI).

3.2. ANALYSE INFÉRENTIELLE

3.2.1. PUISSANCE MUSCULAIRE GLOBALE

Afin d'évaluer les effets de l'entraînement de stabilisation musculaire du tronc sur la puissance musculaire des membres périphériques, nous avons comparé les données post-tests des études de Mills et al. (2005) et de Tse et al. (2005).

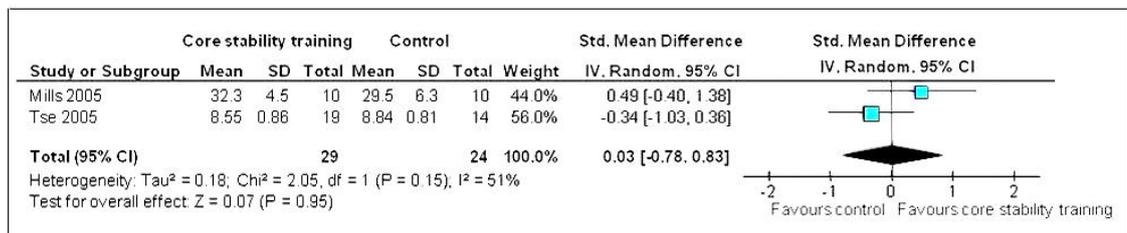


Tableau 2 : Comparaison entre un GI et un GC sur la puissance musculaire globale
 Abréviations: SD = Standard Deviation; Std. Mean Difference = Standardised Mean Difference;
 CI = Confidence Interval; I² = heterogeneity; P = p-value

Deux études comprenant 29 athlètes dans le groupe « *core stability training* » et 24 dans le groupe contrôle ont été analysées. La taille de l'effet (SMD) s'élève à 0.03 en faveur du groupe réalisant l'entraînement de stabilisation du tronc [95% CI -0.78, 0.83]. Ce très petit effet démontre une différence statistiquement non significative ($p = 0.95$) entre les deux groupes. L'hétérogénéité (I^2) se situe à 51% (hétérogénéité modérée).

3.2.2. PUISSANCE MUSCULAIRE DES MEMBRES INFÉRIEURS

Pour évaluer les effets du *core stability training* sur la puissance musculaire des membres inférieurs, nous avons comparé les données post-tests des études de Mills et al. (2005) et de Tse et al. (2005).

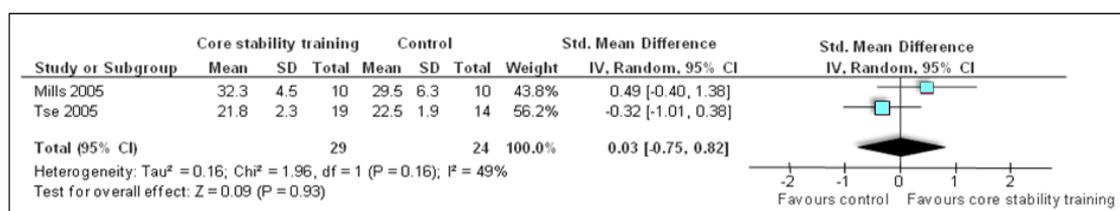


Tableau 3 : Comparaison entre un GI et un GC sur la puissance musculaire des MI

Deux études comprenant 29 athlètes dans le groupe *core stability training* et 24 dans le groupe contrôle ont été analysées. La taille de l'effet (SMD) s'élève à 0.03 en faveur du groupe réalisant l'entraînement de stabilisation du tronc [95% CI -0.75, 0.82]. Ce très petit effet démontre une différence statistiquement non significative ($p = 0.93$) entre les deux groupes. L'hétérogénéité (I^2) se situe à 49% (hétérogénéité modérée).

3.2.3. VITESSE DE DÉPLACEMENT GLOBALE

Afin d'évaluer les effets de l'entraînement de stabilisation musculaire du tronc sur la vitesse de déplacement des membres périphériques, nous avons comparé les données post-tests des études de Butcher et al. (2007), de Saeterbakken et al. (2011) et de Tse et al. (2005).

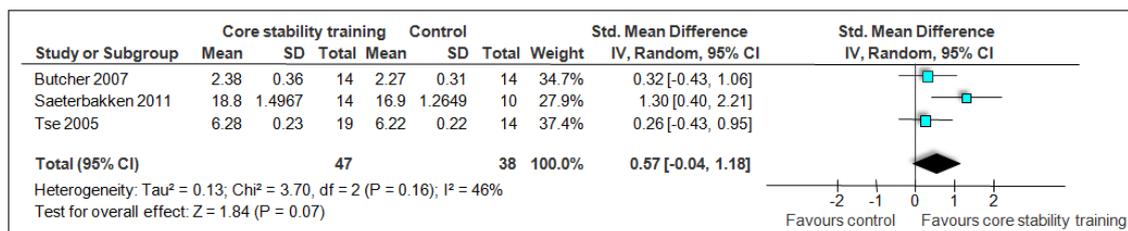


Tableau 4 : Comparaison entre un GI et un GC sur la vitesse de déplacement globale

Trois études comprenant 47 athlètes dans le groupe *core stability training* et 38 dans le groupe contrôle ont été analysées. La taille de l'effet (SMD) s'élève à 0.57 en faveur du groupe réalisant l'entraînement de stabilisation du tronc [95% CI -0.04, 1.18]. Cet effet modéré démontre une différence statistiquement non significative ($p = 0.07$) entre les deux groupes. L'hétérogénéité (I^2) se situe à 46% (hétérogénéité modérée).

3.2.4. VITESSE DE DÉPLACEMENT DES MEMBRES INFÉRIEURS

Pour évaluer les effets du *core stability training* sur la vitesse de déplacement des membres inférieurs, nous avons comparé les données post-tests des études de Butcher et al. (2007) et de Tse et al. (2005).

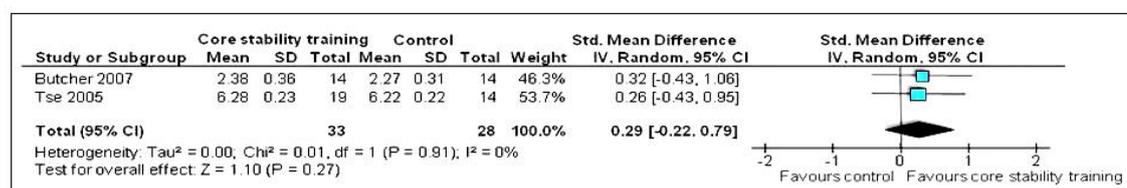


Tableau 5 : Comparaison entre un GI et un GC sur la vitesse de déplacement des MI

Deux études comprenant 33 athlètes dans le groupe *core stability training* et 28 dans le groupe contrôle ont été analysées. La taille de l'effet (SMD) s'élève à 0.29 en faveur du groupe réalisant l'entraînement de stabilisation du tronc [95% CI -0.22, 0.79]. Cet effet considéré comme petit démontre une différence statistiquement non significative ($p = 0.27$) entre les deux groupes. L'hétérogénéité (I^2) se situe à 0% (pas de différence importante).

3.3. ANALYSE NARRATIVE

3.3.1. ÉTUDE DE BUTCHER ET AL.

L'étude randomisée contrôlée de Butcher et al. (2007) a évalué les effets d'un entraînement de stabilisation du tronc sur la vitesse de déplacement, ainsi que sur la force musculaire des membres inférieurs. Les 28 participants (17 ♀ / 11 ♂ / 23.5 ans) ont été divisés en deux groupes homogènes (N=14) : le premier réalisant un entraînement de *core stability* et le deuxième (contrôle) ne recevant aucun protocole d'entraînement de stabilisation musculaire du tronc. Les indicateurs observés ont été mesurés en pré-tests et après neuf semaines.

Les données pré-tests ne montrent pas de différence significative en ce qui concerne la vitesse de déplacement entre le groupe *Intervention* et le groupe *Contrôle*, cependant les données pré-tests concernant la force ont une différence de 18,9 kg entre les deux groupes.

À la fin des neuf semaines d'entraînement, il y a une augmentation statistiquement non significative de la vitesse de saut vertical et de la force musculaire des membres inférieurs, dans le groupe *Intervention* par rapport au groupe *Contrôle*.

Ci-dessous figure un *forest plot* résumant les résultats concernant la force musculaire des membres inférieurs.

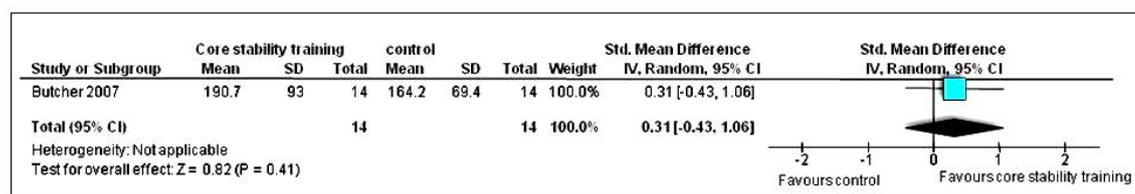


Tableau 6 : Comparaison entre un GI et un GC sur la force musculaire des MI

3.3.2. ÉTUDE DE MILLS ET AL.

L'étude randomisée contrôlée de Mills et al. (2005) a évalué l'impact d'un entraînement de stabilisation du tronc, sur la puissance musculaire des membres inférieurs.

Les 20 participants (20 ♀ / 0 ♂ / 19.9 ans) ont été séparés en deux groupes homogènes (N=10) : un groupe *Intervention* focalisé sur l'activation volontaire des muscles stabilisateurs locaux du tronc, et un groupe *Contrôle* ne recevant aucun protocole d'entraînement de stabilisation musculaire du tronc. Les indicateurs observés ont été mesurés en pré-tests et après dix semaines d'entraînement.

Les données pré-tests n'ont pas révélé de différence significative.

À la fin des dix semaines d'entraînement de stabilisation musculaire de la région lombo-pelvienne, on note une augmentation statistiquement non significative de la hauteur du saut vertical dans le groupe *Intervention* par rapport au groupe *Contrôle*.

3.3.3. ÉTUDE DE SAETERBAKKEN ET AL.

L'étude contrôlée de Saeterbakken et al. (2011) a évalué l'impact d'un programme de stabilisation du tronc sur la vitesse de propulsion de la balle dans une équipe de handball. Les 24 athlètes (24 ♀ / 0 ♂ / 16.6 ans) ont été divisés en deux groupes : un groupe *Intervention* réalisant un entraînement ciblé *core stability* ainsi que leur entraînement de handball habituel (N=14), et un groupe *Contrôle* réalisant uniquement leur entraînement de handball habituel (N=10). Les auteurs ont quantifié la vitesse de propulsion de la balle par le membre supérieur une semaine avant, et une semaine après les six semaines d'entraînement de stabilisation du tronc.

Aux pré-tests, on ne note pas de différence significative de la vitesse maximale du jet de balle entre les groupes *Intervention* et *Contrôle*.

Une semaine après les six semaines d'entraînement de stabilisation du tronc, les auteurs ont mesuré une augmentation statistiquement significative de la vitesse du jet de balle dans le groupe *Intervention*, par rapport au groupe *Contrôle*.

Ci-dessous figure un *forest plot* qui résume les résultats relatifs à la vitesse. Celle-ci a été calculée en utilisant un instrument de mesure évaluant la vitesse de déplacement de la balle dans l'espace, propulsée par le membre supérieur.

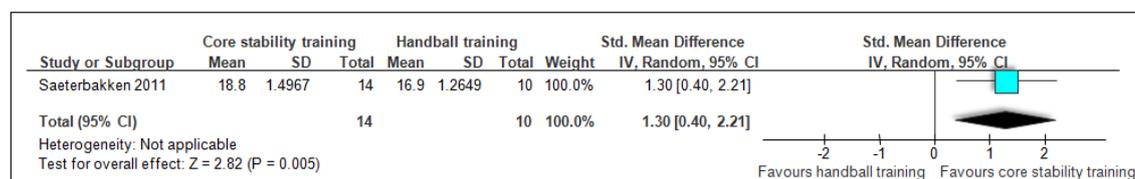


Tableau 7 : Comparaison entre un GI et un GC sur la vitesse de déplacement des MS

3.3.4. ÉTUDE DE TSE ET AL.

L'étude contrôlée de Tse et al. (2005) a examiné l'efficacité d'un entraînement de stabilisation du tronc sur la puissance musculaire développée par les membres périphériques, ainsi que sur la vitesse de déplacement des membres inférieurs.

Les 33 athlètes (21 ans) ont été séparés en deux groupes : le premier réalisant un entraînement de stabilisation musculaire du tronc (N=19) et un groupe *Contrôle* réalisant un *circuit training* combiné à quelques exercices traditionnels de *core stability* (N=14). Les indicateurs observés ont été mesurés en pré-tests et après huit semaines d'entraînement.

Les données pré-tests étaient semblables au début de l'étude.

À la fin des huit semaines d'entraînement, on note une augmentation statistiquement non significative de la puissance musculaire développée par les membres périphériques dans le groupe *Contrôle* par rapport au groupe *Intervention*, et une augmentation statistiquement non significative de la vitesse de course dans le groupe *Intervention* par rapport au groupe *Contrôle*.

Ci-dessous figure un *forest plot* résumant les résultats concernant la puissance musculaire des membres supérieurs.

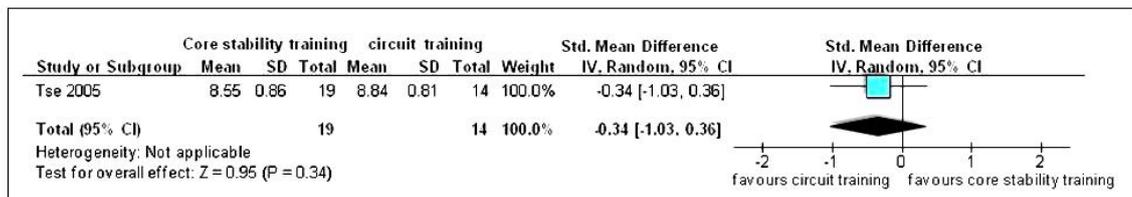


Tableau 8 : Comparaison entre un GI et un GC sur la puissance musculaire des MS

4. DISCUSSION

L'objectif de notre revue systématique était de déterminer les effets d'un entraînement de *core stability* sur la puissance musculaire développée par les membres périphériques chez des athlètes. En prenant comme indicateur la puissance musculaire, nous avons décidé de la décomposer en regardant également l'impact d'un tel entraînement sur la force musculaire et la vitesse de déplacement des membres périphériques. Les résultats qui ressortent de l'analyse inférentielle ainsi que de l'analyse narrative nous permettent d'affirmer que, dans la majorité des études, il n'y a pas d'effet statistiquement significatif d'un tel entraînement sur la puissance musculaire, plus précisément sur la force musculaire et la vitesse de déplacement des membres périphériques chez des athlètes. Cependant, pour la plupart des études, on note des résultats cliniquement améliorés qui confortent notre hypothèse de départ.

4.1. DISCUSSION DES RÉSULTATS

4.1.1. PUISSANCE MUSCULAIRE

Deux études ont analysé la puissance musculaire développée par les membres périphériques. La première d'entre elles (Mills et al., 2005) montre une amélioration de la puissance musculaire lors d'un « *squat jump* » dans le groupe qui a suivi les dix semaines d'entraînement de *core stability*. Elle n'est cependant pas considérée comme statistiquement significative. A l'inverse, l'étude de Tse et al. (2005) ne montre aucune amélioration de la puissance musculaire dans le groupe qui a suivi les huit semaines d'entraînement lors du test du « *2-kg Medicine ball throw* » et du « *countermovement vertical jump* ». Ces résultats pourraient s'expliquer par le fait que dans la première étude, les athlètes réalisent dix semaines d'entraînement alors que dans l'étude de Tse et al. (2005), ils s'entraînent seulement huit semaines.

L'analyse inférentielle, nous permet d'affirmer qu'il n'y a pas d'effet statistiquement significatif ($p= 0.95$) d'un entraînement de stabilisation musculaire du tronc sur la puissance musculaire globale ainsi que sur la puissance musculaire des membres inférieurs ($p= 0.93$). L'échantillon est trop faible pour prétendre avoir des résultats statistiquement significatifs.

4.1.2. VITESSE DE DÉPLACEMENT

La vitesse de déplacement des membres périphériques a été analysée dans un deuxième temps. Deux études montrent des résultats positifs d'un entraînement de *core stability* sur la vitesse d'exécution d'un *countermovement vertical jump* (Butcher et al., 2007) ainsi que lors d'un « 40-m sprint » (Tse et al., 2005), sans pour autant qu'il n'y ait de différence statistiquement significative avec le groupe *Contrôle*. Seul le test du « *maximal throwing velocity* » de l'étude de Saeterbakken et al. (2011) montre une augmentation clinique et statistiquement significative de la vitesse de propulsion de la balle par le membre périphérique. Les auteurs expliquent cette augmentation de la vitesse du lancer de la balle, par une augmentation de la force et de la coordination neuromusculaire du tronc. Cela peut augmenter la production ainsi que le transfert de la force en rotation. Dans les performances athlétiques du lancer, la rotation du tronc autour d'un axe vertical est un mouvement important (Kibler et al., 2006).

Cependant, l'analyse inférentielle ne montre aucun effet statistiquement significatif d'un entraînement de *core stability* sur la vitesse de déplacement globale ($p= 0.07$) ainsi que sur la vitesse de déplacement des membres inférieurs ($p= 0.27$). Nous pensons, une fois de plus, que cela est dû à un faible échantillon.

Nous retrouvons dans notre revue systématique les mêmes résultats que Pedersen et al. (2006), qui ont réalisé une étude contrôlée comprenant vingt et un joueurs de football, dans le but d'évaluer l'impact d'un entraînement de stabilisation musculaire de la région lombo-pelvienne, utilisant une surface instable (*sling*) sur la vitesse de *shoot* de la balle, sans prise d'élan. Après huit semaines d'entraînement, les résultats montrent une augmentation clinique, mais statistiquement non significative de la vitesse de *shoot* dans le groupe *Intervention*.

4.1.3. FORCE MUSCULAIRE

Seule l'étude de Butcher et al. (2007) a analysé l'effet d'un entraînement de *core stability* sur la force musculaire des membres inférieurs. Celle-ci contient des résultats cliniquement améliorés, pour le groupe réalisant l'entraînement, avec une différence de presque trente kilos dans le test de 1RM. Ils ne sont pas pour autant considérés comme statistiquement significatifs ($p= 0.41$). Nous pensons que ces résultats sont cliniquement améliorés dans le groupe *Intervention*, car les valeurs pré-tests de ce groupe sont plus élevées que dans le groupe *Contrôle*.

4.2. LIMITES DE NOTRE REVUE SYSTÉMATIQUE

Nous avons identifié plusieurs limites pouvant diminuer la qualité de notre revue systématique :

Manque d'expérience : étant encore étudiants, nous avons un manque d'expérience dans l'élaboration d'un travail de recherche scientifique. Il est donc possible que nous soyons passés à côté d'articles intéressants lors de l'exploration des différentes bases de données ou que nous ayons surcoté la qualité de nos articles.

Faible échantillon : chacune de nos études comprend un nombre restreint d'athlètes, ce qui rend l'échantillon étudié (N= 105) peu représentatif de la population. Ce biais de sélection compromet alors la validité externe de notre revue systématique.

Hétérogénéité de la population : le genre des athlètes diffère d'une étude à l'autre. Au vu des différences physiologiques entre les genres, nos résultats ne peuvent pas exprimer un effet précis sur un genre et encore moins quantifier une différence entre les hommes et les femmes. Ce biais de sélection diminue la qualité de notre revue systématique.

Hétérogénéité des interventions : les groupes *Intervention* ne réalisent pas un protocole identique d'entraînement de stabilisation musculaire du tronc. Les exercices des quatre études sont ciblés *core stability*, mais ils diffèrent d'un article à l'autre. La durée de l'entraînement varie de six à dix semaines en fonction de l'étude. L'intensité est également différente tout comme la durée et le nombre d'entraînements par semaine. Ces divergences, intégrant un biais de performance, pourraient compromettre nos résultats.

Hétérogénéité des groupes contrôles : les groupes *Contrôle* varient d'une étude à l'autre. Certains athlètes réalisent un *circuit training* associé à quelques exercices traditionnels de *core stability* et d'autres réalisent leur entraînement habituel. Cela représente un biais de performance qui pourrait influencer nos résultats.

Hétérogénéité des tests : les tests pour évaluer les *outcomes* sont également différents entre les études. C'est pourquoi il est difficile de généraliser nos résultats à tous les types de sport. Il aurait été judicieux que les quatre études testent les athlètes de la même manière, afin d'éviter un biais d'évaluation.

4.3. LIMITES DES ÉTUDES SÉLECTIONNÉES

Nos études contiennent certaines limites qu'il est important de prendre en considération :

Randomisation : deux études n'ont pas réparti leurs sujets de manière aléatoire. Ce biais de sélection diminue la qualité de l'étude.

Aveuglement : l'accomplissement d'études en aveugle ou double aveugle, nécessaire pour éviter un biais de confusion, est impossible à mettre en œuvre lorsque l'on réalise un entraînement. De plus, aucune étude n'a respecté une assignation secrète et l'aveuglement des examinateurs.

Durée d'entraînement : dans l'ensemble de nos études, les programmes d'entraînement sont réalisés sur une courte durée. Il est relativement difficile de détecter un effet significatif sur la performance sportive.

Supervision des exercices : l'étude de Mills et al. (2005) évoque une supervision limitée des exercices durant l'entraînement, alors que les autres études n'évoquent pas de supervision des entraînements, ce qui peut diminuer la qualité des exercices et par ce fait, péjorer les résultats post-entraînements. Cela représente un biais de performance.

4.4. POINTS FORTS DE NOTRE REVUE SYSTÉMATIQUE

Nous avons constaté plusieurs points forts qui contribuent à la qualité de notre revue systématique :

Méta-analyse : les données récoltées dans les quatre études incluses ont permis de réaliser une méta-analyse pour deux de nos indicateurs de mesure, soit la puissance musculaire et la vitesse de déplacement. Cette analyse se situe au sommet de la pyramide de l'évidence, ce qui renforce la qualité de notre travail.

Design des études : notre revue systématique contient deux études randomisées contrôlées ainsi que deux études contrôlées. Ces *designs* se situent au sommet de la pyramide de l'évidence, améliorant ainsi la qualité de notre travail.

Qualité des articles : lors de l'évaluation de la qualité, nous avons constaté que, dans l'ensemble, les quatre études avaient été bien menées. Elles ont obtenu un score minimum de quatre, sur huit items évalués. De plus, la conceptualisation et la discussion ont apporté des compléments qui nous ont permis d'analyser de manière optimale ces études.

Baseline homogènes : les auteurs des quatre études sélectionnées ont collecté les données pré-tests des athlètes. L'âge, la taille, le poids et les performances lors des différents tests montraient des résultats très homogènes entre les groupes, à l'exception de l'étude de Butcher et al. (2007), qui met en évidence une différence de presque vingt kilos, dans les valeurs pré-tests de la 1RM entre le groupe *Intervention* et le groupe *Contrôle*. Elle n'est cependant pas considérée comme significative.

4.5. COMPARAISON AVEC LA LITTÉRATURE EXISTANTE

Afin d'avoir une vision plus complète de la relation entre un entraînement de *core stability* et la performance sportive, notre travail a été comparé avec la littérature existante. Une revue systématique a été repérée, ainsi que d'autres études analysant la relation d'un tel entraînement sur des composantes de la performance, distinctes de celles abordées dans notre revue systématique. Puis nous avons également recensé quelques études ayant une thématique se rapprochant de la nôtre, par son lien avec la stabilité du tronc.

4.5.1. REVUE SYSTÉMATIQUE

Une revue systématique sur les effets d'un entraînement isolé ou intégral de *core stability* relative à la performance athlétique a été réalisée en 2012 (Reed, Ford, Myer, & Hewett, 2012). Les auteurs avaient pour objectifs d'identifier la relation entre un entraînement de la *core stability* et la performance athlétique et d'identifier les difficultés rencontrées lors de cet entraînement, ayant pour but d'augmenter la performance athlétique.

Leur premier objectif semblait être plutôt similaire au nôtre. Lors de la lecture de la revue systématique, nous nous sommes aperçus de différences majeures entre les deux travaux. Les auteurs ont sélectionné vingt-quatre études pour la réalisation de leur revue systématique et les ont recherchées sur uniquement trois bases de données. De plus, ils n'ont pas sélectionné de manière ciblée une population d'athlètes. En ce qui concerne l'intervention, presque la totalité des études réalisait un entraînement neuromusculaire, de plyométrie, ou de résistance en plus d'un entraînement ciblé *core stability*. Puis, Reed et al. (2012) ont décidé d'évaluer les effets de cet entraînement sur plusieurs composantes de la performance (équilibre, précision de tir, etc.) et pas uniquement sur la puissance musculaire développée par les membres périphériques.

La revue systématique montre des résultats mitigés entre les différentes études avec tout de même une prédominance d'articles relevant des améliorations sur les tests de performance sportive, dans le groupe *Intervention*. Cela peut s'expliquer par le fait que d'autres entraînements étaient combinés à celui du *core stability*, ce qui représente un biais de performance. La majorité des études, comprenant des améliorations de la performance sportive, semble être celle incluant une population de gens actifs qui ne sont pas considérés comme des athlètes. Notre hypothèse serait qu'une personne non entraînée aura une marge de progression de la performance plus importante que celle d'un athlète.

4.5.2. AUTRES INDICATEURS OBSERVÉS DANS LA LITTÉRATURE

Nous avons décrit quelques études analysant les effets d'un entraînement de stabilisation du tronc sur d'autres composantes de la performance athlétique, telles que l'agilité et l'équilibre.

L'étude de Tse et al. (2005) que nous avons intégrée à notre revue systématique évalue également les effets d'un entraînement du *core stability* sur l'agilité des athlètes, en se basant sur le test du « *10-m shuttle run* ». Les résultats montrent une augmentation statistiquement significative du groupe *Intervention* par rapport au groupe *Contrôle*. L'étude de Mills et al. (2005) que nous avons également incluse à notre revue systématique conclut, quant à elle, à des résultats négatifs d'un entraînement de stabilisation du tronc sur l'agilité. En effet, le groupe *Contrôle* présente une amélioration statistiquement non significative de l'agilité au « *T-test* » par rapport au groupe *Intervention*. En plus de mesurer l'agilité, cette étude évalue également les effets d'un entraînement de stabilisation musculaire de la région lombo-pelvienne sur l'équilibre statique en employant le « *Bass stick test* ». Les résultats montrent une amélioration clinique dans le groupe *Intervention*, mais qui est statistiquement non significative. Ces résultats doivent cependant être considérés avec réserve, car les données pré-tests relevées dans les deux groupes comportent des différences, mais qui ne sont pas pour autant significatives. Pedersen et al. (2006) ont également investigué les effets d'un entraînement de *core stability* sur l'équilibre postural. Ce dernier a été mesuré sur une jambe avec les yeux fermés en utilisant une plate-forme de force. Les résultats décrivent une augmentation statistiquement non significative de l'équilibre postural dans le groupe *Contrôle*. Les données pré-tests démontrent cependant des différences.

4.5.3. AUTRES THÉMATIQUES EN LIEN AVEC LA *CORE STABILITY*

Impact d'un entraînement de *core stability* sur la qualité de la stabilité du *core*

Certaines de nos études sélectionnées se sont intéressées, entre autres, aux effets d'un entraînement de *core stability* sur la qualité de la stabilité de la région lombo-pelvienne. Nous avons trouvé judicieux de le relever, afin de savoir si l'amélioration clinique que montre la plupart de nos résultats a un lien avec la qualité de la stabilité du tronc des athlètes.

Mills et al. (2005) ont évalué la capacité de la musculature abdominale à stabiliser activement la colonne lombaire après un entraînement ciblé *core stability*. Les résultats montrent une amélioration clinique de la qualité de la stabilité lombo-pelvienne dans le groupe *Intervention* par rapport au groupe *Contrôle*, mais les résultats sont statistiquement non significatifs. L'étude de Butcher et al. (2007) s'est également intéressée au lien entre un entraînement de stabilisation musculaire du tronc et sa capacité à stabiliser cette région. On peut constater que la stabilité du *core* est cliniquement améliorée dans le groupe réalisant l'entraînement par rapport au groupe *Contrôle* et que les résultats sont statistiquement significatifs. Les données pré-tests comportent cependant des différences.

Relation *core stability* – performance, sans réalisation préalable d'un entraînement

Plusieurs études se sont concentrées sur la relation entre la stabilité du tronc et la performance athlétique sans réalisation préalable d'un entraînement ciblé *core stability*. Cela permet de détecter si un athlète ayant de bonnes performances athlétiques possède automatiquement un haut niveau de stabilité du tronc.

Nesser et al. (2008) ont observé la relation entre la stabilité du tronc et les variables de force et de puissance chez des footballeurs. Les résultats suggèrent que la *core stability* est modérément liée à la performance sportive. Cependant, une augmentation de la force du *core* ne contribue pas de manière significative à une augmentation de la force et de la puissance des membres périphériques. Les auteurs soulignent deux raisons : la première serait que les tests utilisés pour mesurer la force du tronc ne sont pas spécifiques à la force musculaire et à la puissance musculaire. En effet, les tests de mesure de la force et de la puissance recrutent plus les fibres de type B (appelées isoformes de chaînes

lourdes de myosine à vitesse de contraction rapide ou selon l'ancienne nomenclature : fibres rapides) qui favorisent la production de force maximale et le système d'ATP, alors que les tests de mesure de la stabilité du tronc recrutent les fibres de type A (appelées isoformes de chaînes lourdes de myosine à vitesse de contraction lente ou appelées selon une nomenclature ancienne : fibres lentes). La deuxième raison serait que la *core stability* joue seulement un rôle mineur dans les performances sportives. Nesser et Lee (2009) ont réalisé, à quelques détails près, la même étude sur une équipe de football féminine. Cette fois, les résultats suggèrent que la *core stability* n'a pas de corrélation sur la force et la puissance musculaire des membres périphériques.

4.6. RECHERCHES FUTURES

Suite à l'élaboration de notre revue systématique, nous avons pu constater que l'entraînement de *core stability* en lien avec la performance sportive, est un sujet d'actualité. Peu d'études ont été réalisées sur les effets d'un tel entraînement sur la puissance musculaire des membres périphériques. C'est pourquoi il faut considérer les résultats de notre revue systématique avec précaution et réaliser davantage de recherches. À l'avenir, il sera nécessaire d'augmenter la taille de l'échantillon, de définir un protocole uniforme d'entraînement et de créer des groupes homogènes, dans le but de faciliter la comparaison des études. Pour avoir plus de précision, une homogénéisation des tests des indicateurs de mesure serait un atout supplémentaire. Il serait également judicieux de réaliser plus d'études qui nous permettent de comprendre avec exactitude le mécanisme de la *core stability* et sa relation avec la performance athlétique. Puis, il serait utile de mener d'autres recherches en lien avec la *core stability*, en analysant, par exemple, les effets d'un entraînement de stabilisation du tronc chez des patients lambda, afin de constater si les résultats seraient différents par rapport à ceux des athlètes. Une revue systématique pourrait aussi être élaborée, afin de comprendre la relation entre la qualité de la *core stability* et la performance sportive, sans réalisation préalable d'un entraînement. *In fine*, il serait intéressant de réaliser des études d'intervention qui compareraient un groupe réalisant un entraînement de *core stability* à un groupe réalisant un entraînement de résistance ciblé de la musculature abdominale.

5. CONCLUSION

5.1. IMPLICATION POUR LA PRATIQUE

L'analyse des résultats de notre revue systématique nous permet d'affirmer que, pour la plupart des études, il n'y a pas d'effet statistiquement significatif d'un entraînement de *core stability* sur les indicateurs observés. Cependant, la majorité des études démontre une amélioration clinique d'un tel entraînement sur la puissance musculaire des membres périphériques chez les athlètes. Par conséquent, bien qu'il soit important de réaliser des techniques de traitement prouvées scientifiquement, la clinique du patient reste l'un des éléments primordiaux de la prise en charge physiothérapeutique. C'est pourquoi, nous devons prendre en considération ces améliorations dans notre pratique professionnelle quotidienne tout en restant attentifs et avisés aux futurs travaux qui seront réalisés à ce sujet.

5.2. APPORT PERSONNEL

Ce travail de Bachelor nous a permis d'approfondir nos connaissances en lien avec la stabilité du tronc. Nous sommes maintenant plus au clair avec l'anatomie, la fonction du tronc, ainsi qu'avec la planification d'un entraînement ciblé *core stability*. Ce travail a également répondu à la plupart de nos interrogations concernant la relation entre un tel entraînement et la puissance musculaire développée par les membres périphériques. Nous resterons cependant attentifs aux futures recherches publiées sur ce sujet, car en dépit des résultats, nous pensons que la stabilité du *core* aurait un effet plus important sur la performance athlétique que ce qu'il en découle dans notre revue systématique.

Ce travail nous a également donné les outils nécessaires pour la recherche et l'analyse d'informations scientifiques. Nous avons pris conscience que dans le domaine de la santé, il était important d'avoir des preuves scientifiques des traitements que l'on réalise sur nos patients, afin d'être le plus efficace possible.

Pour terminer, cette revue systématique a été le fruit de deux années de travail en collaboration. Nous avons développé nos capacités de travail en équipe, d'écoute et avons dû apprendre à confronter nos idées et à prendre de la distance par rapport à des idées préconçues. Nous avons également dû démontrer une certaine rigueur dans la planification de notre travail afin de respecter les délais.

6. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Akuthota, V., & Nadler, S. F. (2004). Core strengthening. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 85(3 Suppl 1), S86-92.
- Athlete - definition of athlete by the Free Online Dictionary, Thesaurus and Encyclopedia. Consulté 3 février 2013, à l'adresse <http://www.thefreedictionary.com/athlete>
- Atwater, A. E. (1979). Biomechanics of overarm throwing movements and of throwing injuries. *Exercise and sport sciences reviews*, 7, 43-85.
- Barr, K. P., Griggs, M., & Cadby, T. (2005). Lumbar stabilization: core concepts and current literature, Part 1. *American journal of physical medicine & rehabilitation / Association of Academic Physiatrists*, 84(6), 473-480.
- Bergmark, A. (1989). Stability of the lumbar spine. A study in mechanical engineering. *Acta orthopaedica Scandinavica. Supplementum*, 230, 1-54.
- Bullock-Saxton, J., Bullock, M., Tod, C., Riley, D., et Morhan, A. (1991). Postural stability in young men and women, p. 7-10.
- Butcher, S. J., Craven, B. R., Chilibeck, P. D., Spink, K. S., Grona, S. L., & Springs, E. J. (2007). The effect of trunk stability training on vertical takeoff velocity. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 37(5), 223-231.
- Casartelli, N., Müller, R., & Maffiuletti, N. A. (2010). Validity and reliability of the Myotest accelerometric system for the assessment of vertical jump height. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association*, 24(11), 3186-3193. doi:10.1519/JSC.0b013e3181d8595c
- Cavagna, G. A., Dusman, B., & Margaria, R. (1968). Positive work done by a previously stretched muscle. *Journal of applied physiology*, 24(1), 21-32.
- Cholewicki, J., Juluru, K., & McGill, S. M. (1999). Intra-abdominal pressure mechanism for stabilizing the lumbar spine. *Journal of biomechanics*, 32(1), 13-17.
- Comstock, B. A., Solomon-Hill, G., Flanagan, S. D., Earp, J. E., Luk, H.-Y., Dobbins, K. A., ... Kraemer, W. J. (2011). Validity of the Myotest® in measuring force and power production in the squat and bench press. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association*, 25(8), 2293-2297. doi:10.1519/JSC.0b013e318200b78c

- Cordo, P. J., & Nashner, L. M. (1982). Properties of postural adjustments associated with rapid arm movements. *Journal of neurophysiology*, 47(2), 287-302.
- Drock, J. (2003, octobre 27). Welcome juniortennis.com - Hostmonster.com. Consulté 19 mars 2013, à l'adresse <http://www.juniortennis.com/science/sportsscience.htm>
- Egger, J.-P. (2006). *Les bases de l'entraînement de la force (planification, méthodologie et renforcement spécifique)*. Aigle.
- Elite Athlete Friendly University | Charles Sturt University. Consulté 3 février 2013, à l'adresse <http://www.csu.edu.au/distance-education/getting-to-uni/special-consideration/elite-athlete-friendly-university>
- Enoksen, E., Tønnessen, E., & Shalfawi, S. (2009). Validity and reliability of the Newtest Powertimer 300-series testing system. *Journal of sports sciences*, 27(1), 77-84. doi:10.1080/02640410802448723
- Fleck, S.J and W.J Kraemer. (2004). *Designing Resistance Training Programs* (3rd ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Fleisig, G. S., Barrentine, S. W., Escamilla, R. F., & Andrews, J. R. (1996). Biomechanics of overhand throwing with implications for injuries. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 21(6), 421-437.
- Fredericson, M., & Moore, T. (2005). Muscular balance, core stability, and injury prevention for middle- and long-distance runners. *Physical medicine and rehabilitation clinics of North America*, 16(3), 669-689. doi:10.1016/j.pmr.2005.03.001
- Glatthorn, J. F., Gouge, S., Nussbaumer, S., Stauffacher, S., Impellizzeri, F. M., & Maffiuletti, N. A. (2011). Validity and reliability of Optojump photoelectric cells for estimating vertical jump height. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association*, 25(2), 556-560. doi:10.1519/JSC.0b013e3181ccb18d
- Happee, R., & Van der Helm, F. C. (1995). The control of shoulder muscles during goal directed movements, an inverse dynamic analysis. *Journal of biomechanics*, 28(10), 1179-1191.
- Hay, J. G., & Boulfroy, B. D. (1980). *Biomécanique des techniques sportives*. Paris: Vigot.

- Hill, A. V. (1938). The Heat of Shortening and the Dynamic Constants of Muscle. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 126(843), 136-195. doi:10.1098/rspb.1938.0050
- Hirashima, M., Kadota, H., Sakurai, S., Kudo, K., & Ohtsuki, T. (2002). Sequential muscle activity and its functional role in the upper extremity and trunk during overarm throwing. *Journal of sports sciences*, 20(4), 301-310. doi:10.1080/026404102753576071
- Hodges, P. W., & Richardson, C. A. (1996). Inefficient muscular stabilization of the lumbar spine associated with low back pain. A motor control evaluation of transversus abdominis. *Spine*, 21(22), 2640-2650.
- Hodges, P. W., & Richardson, C. A. (1998). Delayed postural contraction of transversus abdominis in low back pain associated with movement of the lower limb. *Journal of spinal disorders*, 11(1), 46-56.
- Hodges, P. W., & Richardson, C. A. (1999). Altered trunk muscle recruitment in people with low back pain with upper limb movement at different speeds. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 80(9), 1005-1012.
- Kibler, W B. (1995). Biomechanical analysis of the shoulder during tennis activities. *Clinics in sports medicine*, 14(1), 79-85.
- Kibler, W Ben, Press, J., & Sciascia, A. (2006). The role of core stability in athletic function. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 36(3), 189-198.
- Kisner, C. (2007). *Therapeutic exercise: foundations and techniques* (5th ed.). Philadelphia: F.A. Davis.
- Le petit Larousse illustré. (2002). Paris.
- Lyons, K., Perry, J., Gronley, J. K., Barnes, L., & Antonelli, D. (1983). Timing and relative intensity of hip extensor and abductor muscle action during level and stair ambulation. An EMG study. *Physical therapy*, 63(10), 1597-1605.
- Maher, C. G., Sherrington, C., Herbert, R. D., Moseley, A. M., & Elkins, M. (2003). Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. *Physical therapy*, 83(8), 713-721.
- Markovic, G., Dizdar, D., Jukic, I., & Cardinale, M. (2004). Reliability and factorial validity of squat and countermovement jump tests. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association*, 18(3), 551-555. doi:10.1519/1533-4287(2004)18<551:RAFVOS>2.0.CO;2

- Maron, B. J., & Zipes, D. P. (2005). Introduction: eligibility recommendations for competitive athletes with cardiovascular abnormalities-general considerations. *Journal of the American College of Cardiology*, 45(8), 1318-1321. doi:10.1016/j.jacc.2005.02.006
- McGill, S. M. (2001). Low back stability: from formal description to issues for performance and rehabilitation. *Exercise and sport sciences reviews*, 29(1), 26-31.
- McGill, Stuart M., Grenier, S., Kavcic, N., & Cholewicki, J. (2003). Coordination of muscle activity to assure stability of the lumbar spine. *Journal of electromyography and kinesiology: official journal of the International Society of Electrophysiological Kinesiology*, 13(4), 353-359.
- Mills, J. D., Taunton, J. E., & Mills, W. A. (2005). The effect of a 10-week training regimen on lumbo-pelvic stability and athletic performance in female athletes: a randomized-controlled trial. *Physical Therapy Sport*, 6, 60-66.
- Moret, M. (2013).
- Myotest_1.jpg. Consulté 3 avril 2013, à l'adresse http://www.hssports.co.uk/media/catalog/product/cache/1/image/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/m/y/myotest_1.jpg
- Nadeau, M. (1985). L'évaluation de la puissance mécanique. *Revue québécoise de l'activité physique*, 45-55.
- Nesser, T. W., Huxel, K. C., Tincher, J. L., & Okada, T. (2008). The relationship between core stability and performance in division I football players. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association*, 22(6), 1750-1754. doi:10.1519/JSC.0b013e3181874564
- Nesser, T. W., & Lee, W. L. (2009). The Relationship Between Core Strength and Performance in Division I Female Soccer Players. *Journal of Exercise Physiology*, 12(2).
- Newtest_Powertimer_300_series_reversed.jpg. Consulté 3 avril 2013, à l'adresse http://www.newtest.com/images/300_series_reversed.jpg
- Norris, C. M. (2001). Functional load abdominal training: part 1. *Physical Therapy in Sport*, 2(1), 29-39. doi:10.1054/ptsp.2000.0032

- Oddsson, L. I. (1990). Control of voluntary trunk movements in man. Mechanisms for postural equilibrium during standing. *Acta physiologica Scandinavica. Supplementum*, 595, 1-60.
- OptoJumpSystem.jpg. Consulté 3 avril 2013, à l'adresse <http://www.smarterteamtraining.com/dev/wp-content/uploads/2012/06/OptoJumpSystem.jpg>
- Panjabi, M. M. (1992a). The stabilizing system of the spine. Part I. Function, dysfunction, adaptation, and enhancement. *Journal of spinal disorders*, 5(4), 383-389; discussion 397.
- Panjabi, M. M. (1992b). The stabilizing system of the spine. Part II. Neutral zone and instability hypothesis. *Journal of spinal disorders*, 5(4), 390-396; discussion 397.
- Pedersen, J. I. S., Magnussen, R., Kuffel, E., & Seiler, S. (2006). Sling Exercise Training improves balance, kicking velocity and torso stabilization strength in elite soccer players. *Medicine & Science in Sport & Exercise*, 38(5), 243.
- Peterson, M. D., Alvar, B. A., & Rhea, M. R. (2006). The contribution of maximal force production to explosive movement among young collegiate athletes. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association*, 20(4), 867-873. doi:10.1519/R-18695.1
- Pradel, M. (1997). *Préparation physique*. Paris: INSEP.
- Pyramide de l'évidence.jpg. Consulté 15 avril 2013, à l'adresse http://farm7.static.flickr.com/6056/6329536471_bf9e26e610.jpg
- Reed, C. A., Ford, K. R., Myer, G. D., & Hewett, T. E. (2012). The effects of isolated and integrated « core stability » training on athletic performance measures: a systematic review. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 42(8), 697-706. doi:10.2165/11633450-000000000-00000
- Saeterbakken, A. H., van den Tillaar, R., & Seiler, S. (2011). Effect of core stability training on throwing velocity in female handball players. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association*, 25(3), 712-718. doi:10.1519/JSC.0b013e3181cc227e
- Sale, D. G. (2008). Neural Adaptation to Strength Training. In P. V. Komi (Éd.), *Strength and Power in Sport* (p. 281–314). Blackwell Science Ltd.

- Sargeant, A. J. (2007). Structural and functional determinants of human muscle power. *Experimental Physiology*, 92(2), 323-331. doi:10.1113/expphysiol.2006.034322
- Sharrock, C. C., Cropper, J. J., Mostad, J. J., Johnson, M. M., & Malone, T. T. (2011). A pilot study of core stability and athletic performance: is there a relationship? *International journal of sports physical therapy*, 6(2), 63-74.
- Stockbrugger, B. A., & Haennel, R. G. (2001). Validity and reliability of a medicine ball explosive power test. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association*, 15(4), 431-438.
- Taimela, S., Kankaanpää, M., & Luoto, S. (1999). The effect of lumbar fatigue on the ability to sense a change in lumbar position. A controlled study. *Spine*, 24(13), 1322-1327.
- The Cochrane Collaboration. (2011). *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions Version 5.1.0*. Higgins JPT., Green S.
- Tortora, G., & Grabowski, S. (2003). *Principals of anatomy and physiology* (10^e éd.). New York: John Wiley et Sons Inc.
- Tse, M. A., McManus, A. M., & Masters, R. S. W. (2005). Development and validation of a core endurance intervention program: implications for performance in college-age rowers. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association*, 19(3), 547-552. doi:10.1519/15424.1
- Weineck, J. (1990). *Manuel d'entraînement*. Paris: Editions Vigot.
- Weineck, J. (1998). *Biologie du sport*. Paris: Vigot.
- Willardson, J. M. (2007). Core stability training: applications to sports conditioning programs. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association*, 21(3), 979-985. doi:10.1519/R-20255.1

7. LISTE DES FIGURES

Figure 1: <i>Cat et camel</i> (Moret, 2013)	7
Figure 2: <i>Side bridge</i> (Moret, 2013)	7
Figure 3: <i>Quadruped</i> (Moret, 2013)	7
Figure 4: <i>Prone plank</i> (Moret, 2013)	7
Figure 5: <i>Leg bridge</i> alterné avec épaules sur la <i>swissball</i> (Moret, 2013).....	8
Figure 6: <i>Single-leg balance</i> avec flexion de hanche (Moret, 2013)	9
Figure 7: Phases du lancer au baseball, d'après Fleisig et al. (1996).....	10
Figure 8: La condition physique (Weineck, 1998).....	12
Figure 9: Les orientations du renforcement musculaire (Egger, 2006)	12
Figure 10: Relation force-vitesse d'un muscle isolé (Hill, 1938)	13
Figure 11: <i>Countermovement vertical jump</i> (Moret, 2013)	14
Figure 12: <i>Squat jump</i> (Moret, 2013).....	15
Figure 13: <i>Backward overhead medicine ball throw</i> (Moret, 2013).....	16
Figure 14: Fluxogramme de la sélection des articles	24

8. LISTE DES ILLUSTRATIONS

Illustration 1: <i>OptoJump</i>	16
Illustration 2: Accéléromètre <i>Myotest</i>	17
Illustration 3: <i>Newtest Powertimer 300-series testing portable photocells</i>	17
Illustration 4: Pyramide de l'évidence	19

9. LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Évaluation de la qualité des études incluses à l'aide de l'échelle PEDro	23
Tableau 2 : Comparaison entre un GI et un GC sur la puissance musculaire globale	28
Tableau 3 : Comparaison entre un GI et un GC sur la puissance musculaire des MI.....	29
Tableau 4 : Comparaison entre un GI et un GC sur la vitesse de déplacement globale .	29
Tableau 5 : Comparaison entre un GI et un GC sur la vitesse de déplacement des MI..	30
Tableau 6 : Comparaison entre un GI et un GC sur la force musculaire des MI.....	31
Tableau 7 : Comparaison entre un GI et un GC sur la vitesse de déplacement des MS .	32
Tableau 8 : Comparaison entre un GI et un GC sur la puissance musculaire des MS....	33

10. ANNEXES

10.1. L'ÉCHELLE PEDRO

Échelle PEDro

1. les critères d'éligibilité ont été précisés	non <input type="checkbox"/>	oui <input type="checkbox"/>	où:
2. les sujets ont été répartis aléatoirement dans les groupes (pour un essai croisé, l'ordre des traitements reçus par les sujets a été attribué aléatoirement)	non <input type="checkbox"/>	oui <input type="checkbox"/>	où:
3. la répartition a respecté une assignation secrète	non <input type="checkbox"/>	oui <input type="checkbox"/>	où:
4. les groupes étaient similaires au début de l'étude au regard des indicateurs pronostiques les plus importants	non <input type="checkbox"/>	oui <input type="checkbox"/>	où:
5. tous les sujets étaient "en aveugle"	non <input type="checkbox"/>	oui <input type="checkbox"/>	où:
6. tous les thérapeutes ayant administré le traitement étaient "en aveugle"	non <input type="checkbox"/>	oui <input type="checkbox"/>	où:
7. tous les examinateurs étaient "en aveugle" pour au moins un des critères de jugement essentiels	non <input type="checkbox"/>	oui <input type="checkbox"/>	où:
8. les mesures, pour au moins un des critères de jugement essentiels, ont été obtenues pour plus de 85% des sujets initialement répartis dans les groupes	non <input type="checkbox"/>	oui <input type="checkbox"/>	où:
9. tous les sujets pour lesquels les résultats étaient disponibles ont reçu le traitement ou ont suivi l'intervention contrôle conformément à leur répartition ou, quand cela n'a pas été le cas, les données d'au moins un des critères de jugement essentiels ont été analysées "en intention de traiter"	non <input type="checkbox"/>	oui <input type="checkbox"/>	où:
10. les résultats des comparaisons statistiques intergroupes sont indiqués pour au moins un des critères de jugement essentiels	non <input type="checkbox"/>	oui <input type="checkbox"/>	où:
11. pour au moins un des critères de jugement essentiels, l'étude indique à la fois l'estimation des effets et l'estimation de leur variabilité	non <input type="checkbox"/>	oui <input type="checkbox"/>	où:

10.2. GRILLE DE LECTURE BUTCHER ET AL. 2007

Titre de l'étude : The effect of trunk stability training on vertical takeoff velocity.	
Auteurs	Butcher, Craven, Chilibeck, Spink, Grona, Sprigings
Année, lieu de l'étude	2007
Design de l'étude	RCT
Objectif	Déterminer les effets d'un entraînement de stabilité du tronc, de renforcement des jambes ou d'une combinaison de ces deux types d'entraînement sur la vitesse de saut vertical
Population	
Baseline (genre, âge, sports pratiqués, niveau, ...)	66 athlètes volontaires recrutés dans des organisations sportives, clubs et équipes, 55 réalisent complètement l'étude (20 hommes, 35 femmes) / 23 ans / 1,71 m / 74 kg / 6,1 années de sport
Groupes	Entraînement de stabilité du tronc (ST) : n=14 Entraînement de force des jambes (FJ) : n=13 Entraînement de stabilité du tronc et de force des jambes (SF) : n=14 Groupe contrôle (GC) : n=14
Éthique	OK
Intervention	
Type d'intervention, déroulement	<p>Programme ST : augmenter progressivement la sollicitation des stabilisateurs globaux en maintenant les stabilisateurs locaux dans une position neutre de la colonne vertébrale. 3 phases d'entraînement progressives chaque 3 semaines, pour augmenter la sollicitation du système stabilisateur global :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Exercices basiques de stabilité du tronc avec une charge externe faible 2. Augmenter les exigences de charge externe en maintenant la co-contraction locale 3. Optimiser le recrutement de la force pour la stabilité globale en maintenant le contrôle local et la co-contraction <p>Programme FJ : mêmes exercices durant les 9 semaines : <i>seated leg press, seated knee extension, prone leg curl</i>. 3 phases d'entraînement.</p> <p>Programme SF : les sujets réalisent les 2 programmes (ST et FJ) le même jour mais en commençant par le FJ</p> <p>Le groupe contrôle ne réalise aucun protocole d'entraînement.</p> <p>→ Les sujets se trouvant dans les 3 groupes d'entraînement doivent réaliser leur programme respectif 3x par semaine pendant 9 semaines</p>
Outcomes	
Outcomes	Stabilité du tronc, vitesse MI, force MI
Temps des mesures	Avant, après 3 semaines, et après 9 semaines d'entraînement
Tests	<i>DSLL test, countermovement vertical jump</i> , 1RM
Résultats	
Résultats globaux	Après 9 semaines : amélioration statistiquement significative de la stabilité du tronc dans le groupe ST par rapport au GC, augmentation statistiquement non significative de la vitesse du <i>countermovement vertical jump</i> et de la 1RM des membres inférieurs dans le groupe ST par rapport au groupe GC
Qualité	
Échelle de qualité	Échelle PEDro : 5/8

10.3. GRILLE DE LECTURE MILLS ET AL. 2005

Titre de l'étude : The effect of a 10-week training regimen on lumbo-pelvic stability and athletic performance in female athletes : A randomized-controlled trial	
Auteurs	Mills, Taunton, Mills
Année, lieu de l'étude	2005, Vancouver (Canada), 10 semaines
Design de l'étude	RCT
Objectif	Évaluer les effets d'un programme d'entraînement de stabilisation du tronc sur 10 semaines, sur la stabilité lombo-pelvienne et sur la performance athlétique.
Population	
Baseline (genre, âge, sports pratiqués, niveau, ...)	33 athlètes recrutés, 30 achèvent les 10 semaines d'entraînement. Équipes de basketball (6 sujets) et volleyball (24 sujets) : niveau collèges et universités / 19,5 ans / 1,77 m / 73,4 kg
Groupes	Groupe traitement (T) : n=10 Groupe pseudo-traitement (PT) : n=10 Groupe contrôle (GC) : n=10
Éthique	OK
Intervention	
Type d'intervention, déroulement	Groupe T : activation des muscles stabilisateurs locaux (TrA, lumbar multifidi, plancher pelvien). Entraînement progressif divisé en 3 phases : <ol style="list-style-type: none"> 1. Prise de conscience des muscles stabilisateurs locaux, contraction individuelle de ces muscles 2. Co-contraction des muscles en ajoutant éventuellement des mouvements des MI et MS 3. Mêmes exercices, dans des positions plus fonctionnelles, mais sur une surface instable Groupe PT : recrutement des muscles mobilisateurs globaux (rectus abdominis et obliquus externus). Exercices réalisés en décubitus ventral et dorsal et en augmentant progressivement le nombre de séries ou de répétitions → 2 groupes = même temps d'entraînement
Outcomes	
Outcomes	Stabilité lombo-pelvienne (SLP), agilité, puissance MI , équilibre statique
Temps des mesures	Avant et après 10 semaines d'entraînement
Tests	Exercices de stabilisation du tronc, <i>T-test</i> , <i>squat jump</i> , <i>Bass stick test</i>
Résultats	
Résultats globaux	Après 10 semaines : amélioration statistiquement non significative de la SLP, du <i>squat jump</i> et de l'équilibre statique, dans le groupe T par rapport au GC et amélioration statistiquement non significative de l'agilité dans le GC par rapport au groupe T.
Qualité	
Échelle de qualité	Échelle PEDro : 6/8

10.4. GRILLE DE LECTURE SAETERBAKKEN ET AL. 2011

Titre de l'étude : Effect of core stability training on throwing velocity in female handball players	
Auteurs	Saeterbakken, Van Den Tillaar, Seiler
Année, lieu de l'étude	2011
Design de l'étude	Étude contrôlée
Objectif	Évaluer les effets d'un entraînement de stabilité du tronc (<i>Sling Exercise Training</i>), sur la vitesse de tir maximale chez des joueuses de handball.
Population	
Baseline (genre, âge, sports pratiqués, niveau, ...)	28 joueuses de deux équipes féminines de handball ont été recrutées, 24 participant à l'ensemble de l'étude : 16,6 ans / 63 kg / 1,69 m / 8,1 années d'expérience en handball Tous les sujets jouent pour 2 équipes, dans la division régionale la plus haute <i>Avant l'étude</i> : entraînement 11,9 heures/semaine → 7,5 heures de handball et 1,2 heures d'entraînement de renforcement général (réalisé à la fin de la session de handball) → Les 2 équipes ont le même temps de renforcement musculaire dans leur formation
Groupes	Groupe <i>Sling Exercise Training</i> (SET) : n=14 Groupe contrôle (GC) : n=10
Éthique	OK
Intervention	
Type d'intervention, déroulement	Groupe SET : programme de stabilisation du tronc (remplace 2 sessions de handball dans leur semaine par 2 sessions de SET) : 2x par semaine pendant 6 semaines consécutives : 6 exercices spécifiques de stabilisation du tronc et de stabilisation en rotation réalisés en chaîne cinétique fermée. 4 séries de 4-6 répétitions au max pour chaque exercice avec 1-2 min. de pause entre les séries. 3 niveaux de difficultés en augmentant l'instabilité, en utilisant un ballon d'air ou en augmentant le bras de levier (niv. 1 : 4 premières sessions, niv. 2 : 5 ^{ème} à la 8 ^{ème} session, niv.3 : après 8 sessions, si exercices réalisés correctement → niv. 4) <i>Warm-up</i> : 15 min. (5 exercices sur la <i>sling</i> et 1 sur un ballon d'air). <i>Durée de l'entraînement</i> : 75 min. <i>Pause</i> : 48 heures entre chaque session. Groupe contrôle : entraînement de handball habituel
Outcomes	
Outcomes	Vitesse MS
Temps des mesures	La semaine avant, et une semaine après 6 semaines d'entraînement
Tests	Jet de balle
Résultats	
Résultats globaux	Après 6 semaines : augmentation statistiquement significative de la vitesse de propulsion de la balle dans le groupe SET par rapport au GC
Qualité	
Échelle de qualité	Échelle PEDro : 5/8

10.5. GRILLE DE LECTURE TSE ET AL. 2005

Titre de l'étude : Development and validation of a core endurance intervention program : implications for performance in college-age rowers	
Auteurs	Tse, McManus, Masters
Année, durée, lieu de l'étude	2005, Hong Kong
Design de l'étude	Étude contrôlée
Objectif	Examiner l'efficacité d'un programme d'entraînement du tronc sur l'augmentation de l'endurance du tronc ainsi que sur différentes composantes de la performance.
Population	
Baseline (genre, âge, sports pratiqués, niveau, ...)	45 sujets recrutés dans des clubs universitaires locaux d'aviron, mais 34 achèvent les 8 semaines d'entraînement . Athlètes saisonniers et non athlètes d'élite 20,6 ans / 1,75 m / 67,9 kg / 1 année d'expérience dans l'aviron <i>Avant l'étude</i> : 3-5 sessions d'aviron par semaine et aucun entraînement de résistance
Groupes	Groupe d'entraînement du tronc (GT) : n=20 Groupe contrôle (GC) : n=14
Éthique	OK
Intervention	
Type d'intervention, déroulement	Le GT : 2x par semaine durant 8 semaines , 14-16 sessions d'entraînement. Protocole d'endurance du tronc : <ol style="list-style-type: none"> exercices de stabilisation musculaire du tronc (activation du TrA et des multifidi) exercices de posture et de stabilité pendant environ 2 semaines exercices statiques → exercices dynamiques + exercices de contrôle de la mobilité de la semaine 4 à la semaine 8, des exercices plus difficiles d'endurance du tronc sont introduits. <p>En plus d'un programme d'entraînement spécifique du tronc, le GT réalise le même « <i>circuit training</i> » que le GC. <i>Warm-up</i> : exercices de mobilité du tronc + stretching pour augmenter la mobilité et le flux sanguin de la colonne vertébrale <i>Durée de l'entraînement</i> : 30-40 min. Le GC : <i>circuit training</i> + exercices basiques et traditionnels du tronc (2x par semaine, car ils s'entraînent pour une compétition)</p>
Outcomes	
Outcomes	Endurance musculaire du tronc, vitesse MI, puissance MS et MI , agilité et endurance aérobie
Temps des mesures	Avant et après 8 semaines d'entraînement
Tests	<i>Back extensor test / abdominal fatigue test / side bridge test, 40-m sprint, medicine ball throw, countermovement vertical jump, standing broad jump, 10-m shuttle run, 2000-m rowing ergometer test</i>
Résultats	
Résultats globaux	Après 8 semaines : augmentation statistiquement non significative de la vitesse du 40-m sprint dans le GT par rapport au GC, augmentation statistiquement non significative de la puissance du medicine ball throw et du countermovement vertical jump dans le GC par rapport au GT et augmentation statistiquement significative du 10-m shuttle run dans le GT par rapport au GC
Qualité	
Échelle de qualité	Échelle PEDro : 4/8

10.6. TABLEAU D'EXTRACTION DES DONNÉES

Auteurs	Groupes	Outcomes	Tests	Instruments de mesure	N	Pré-test	Post-test
						Mean +/- SEM	
Saeterbakken et al. (2011)	Groupe stabilisation du tronc	Vitesse MS	Jet de balle	2 cellules photoélectriques (m/s)	14	17.9 +/- 0.5	18.8 +/- 0.4
	Groupe contrôle				10	17.1 +/- 0.4	16.9 +/- 0.4
Auteurs	Groupes	Outcomes	Tests	Instruments de mesure	n	Mean +/- SD	
Butcher et al. (2007)	Groupe d'entraînement de la stabilisation du tronc	Vitesse MI	<i>Countermovement vertical jump</i>	Plateforme de force (m/s)	14	2.22 +/- 0.31	2.38 +/- 0.36
		Force MI	1RM	<i>Leg press</i> (kg)	14	182.7 +/- 93.0	190.7 +/- 93.0
	Groupe contrôle	Vitesse MI	<i>Countermovement vertical jump</i>	Plateforme de force (m/s)	14	2.33 +/- 0.40	2.27 +/- 0.31
		Force MI	1RM	<i>Leg press</i> (kg)	14	163.8 +/- 67.9	164.2 +/- 69.4
Mills et al. (2005)	Groupe ttt (muscles stabilisateurs locaux)	Puissance MI	<i>Squat jump</i>	<i>Vertec vertical jump tester</i> Hauteur (cm)	10	29.1 +/- 6.0	32.3 +/- 4.5
	Groupe pseudo-ttt (muscles mobilisateurs globaux)				10	30.1 +/- 7.2	30.2 +/- 6.8
	Groupe contrôle				10	29.0 +/- 4.0	29.5 +/- 6.3
Tse et al. (2005)	Groupe d'entraînement du tronc	Puissance MI	<i>Countermovement vertical jump</i>	<i>Vertec vertical jump tester</i> Hauteur (inches)	19	22.1 +/- 2.5	21.8 +/- 2.3
		Puissance MS	Jet de la <i>medicine ball</i>	Distance du jet de la balle (m)	19	9.06 +/- 1.40	8.55 +/- 0.86
		Vitesse MI	40-m sprint	Radars électroniques (s)	19	6.27 +/- 0.34	6.28 +/- 0.23
	Groupe contrôle	Puissance MI	<i>Countermovement vertical jump</i>	<i>Vertec vertical jump tester</i> Hauteur (inches)	14	22.3 +/- 1.6	22.5 +/- 1.9
		Puissance MS	Jet de la <i>medicine ball</i>	Distance du jet de la balle (m)	14	9.04 +/- 1.23	8.84 +/- 0.81
		Vitesse MI	40-m sprint	Radars électroniques (s)	14	6.28 +/- 0.39	6.22 +/- 0.22

Core Stability training et puissance musculaire

Mathilda Moret – Jonathan Fellay – Directeur de travail: Nicolas Mathieu

INTRODUCTION

L'entraînement de «*Core Stability*» est devenu la base de plusieurs programmes d'entraînement chez les athlètes ces dernières années. Il est couramment appliqué pour augmenter la performance sportive des athlètes¹. Cette stabilité fournit une base pour les mouvements des extrémités et assure l'équilibre du tronc². Cependant, la relation d'un tel entraînement sur la performance athlétique reste encore à être prouvée³.

OBJECTIF

Évaluer les effets d'un entraînement de *Core Stability* sur la puissance musculaire des membres périphériques.

MÉTHODE

- Design
- Bases de données

Revue systématique, méta-analyse

Cochrane / PsycINFO / PubMed // ProQuest / Web of Science / Google Scholar / CINAHL

- Années de publication

2000 à 2012

- Articles sélectionnés

2 RCT, 2 CT

- Population

Athlètes âgés de 16 à 24 ans

- Intervention

6 à 10 semaines d'entraînement de la *Core Stability*

- Comparaison

Entraînement habituel selon sport pratiqué

- Outcomes

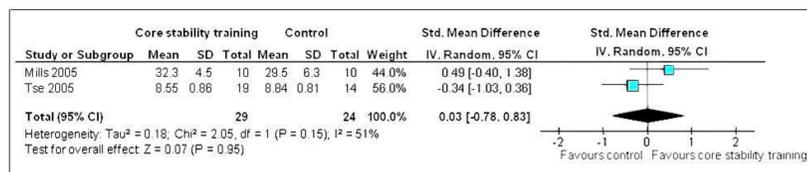
Puissance musculaire, vitesse de déplacement et force musculaire

TAKE HOME MESSAGE

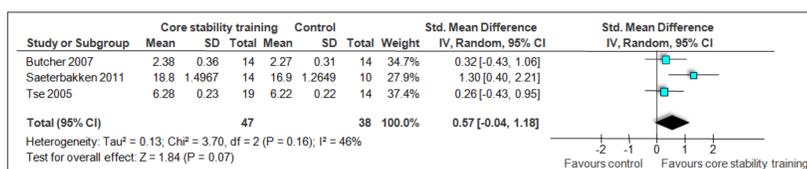
Travaillez la *Core Stability* avec vos patients ou vos athlètes pour augmenter leurs performances sportives !
Restez toutefois attentifs et avisés aux futurs travaux qui seront réalisés à ce sujet !

RÉSULTAT

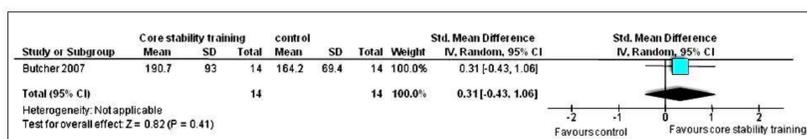
- Puissance musculaire des membres périphériques



- Vitesse de déplacement des membres périphériques



- Force musculaire des membres inférieurs



DISCUSSION

L'entraînement de la *Core Stability* a démontré des résultats statistiquement non significatifs, en raison d'un faible échantillon étudié. Les résultats montrent, tout de même, des améliorations cliniques qui s'expliquent par une amélioration de la force et de la coordination neuromusculaire du tronc⁴. Ces résultats sont à prendre en compte avec précaution au vu du manque d'études publiées à ce sujet. Davantage de recherches devront être réalisées. Néanmoins, en qualité de physiothérapeute, nous devons prendre en considération ces améliorations cliniques dans notre pratique professionnelle quotidienne.

Au-delà des résultats, les études ont pointé un problème majeur: le mécanisme de la *Core Stability* reste encore peu connu à ce jour³. A l'avenir, il faudra y remédier avant d'affirmer avec certitude les effets probables liés à la thématique de la *Core Stability*.

¹ Willardson, J. M. (2007). Core stability training: applications to sports conditioning programs. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association*, 21(3), 979-985.

² Panjabi, M. M. (1992b). The stabilizing system of the spine. Part II. Neutral zone and instability hypothesis. *Journal of spinal disorders*, 5(4), 390-396; discussion 397.

³ Mills, J. D., Taunton, J. E., & Mills, W. A. (2005). The effect of a 10-week training regimen on lumbo-pelvic stability and athletic performance in female athletes: a randomized-controlled trial. *Physical Therapy Sport*, 6, 60-66.

⁴ Saeterbakken, A. H., van den Tillaar, R., & Seiler, S. (2011). Effect of core stability training on throwing velocity in female handball players. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association*, 25(3), 712-718.

