

**LIEN ENTRE LE RATIO DES FLECHISSEURS/EXTENSEURS DU
TRONC ET LES DOULEURS LOMBAIRES NON SPECIFIQUES :
UNE REVUE SYSTEMATIQUE ET META-ANALYSE**

OLIVIER BEER

Etudiant HES – Filière Physiothérapie

AMELIE ZELLWEGER

Etudiante HES – Filière Physiothérapie

Directeur de travail de Bachelor : JONAS DENKINGER

TRAVAIL DE BACHELOR

Déposé à Loèche-les-bains (VS-CH) le 05. Juni 2020

En vue de l'obtention d'un

Bachelor of sciences HES-SO in Physiotherapy

Résumé

Introduction : En Suisse, deux personnes sur cinq souffrent de douleurs lombaires. Dans 85% des cas, ces douleurs sont considérées comme non spécifiques. Les causes sont multifactorielles et constituent un défi majeur pour la physiothérapie. Le ratio de la force des fléchisseurs et extenseurs du tronc serait une des nombreuses raisons de la provenance de douleurs lombaires. Cependant, nous avons pu constater que la littérature diverge à ce sujet.

Objectif : Ce travail a pour but de développer une réflexion sur la relation entre les lombalgies non spécifiques et le ratio de la force maximale des muscles fléchisseurs et extenseurs du tronc, lequel est mesuré avec un appareil isocinétique.

Méthode : Le design de notre étude est une revue systématique avec méta-analyse. Nous avons effectué une recherche booléenne sur les bases de données de PubMed et Cochrane. Les outcomes du ratio mesurés selon certains paramètres précis, ont été extraits et répartis dans deux différentes catégories afin de pouvoir les comparer.

Résultats : Dix études ont été incluses, comprenant 232 participants dans le groupe souffrant de douleurs lombaires non spécifiques (lbp) et 751 participants dans le groupe ne souffrant d'aucunes douleurs lombaires (nlbp). Notre méta-analyse démontre un effet statistiquement significatif pour le groupe nlbp ($P < 0.00001$). Le ratio entre les fléchisseurs et extenseurs de ce groupe est inférieur à 1, il est précisément de 0.71 [0.65, 0.79]. Le groupe lbp a quant à lui obtenu un effet statistiquement non significatif ($P = 0.10$). Le ratio de ce groupe est de 1.15 [0.97, 1.37].

Conclusion : Les résultats démontrent que les participants du groupe nlbp ont des extenseurs un tiers plus forts que les fléchisseurs. Le groupe lbp a une tendance à des extenseurs plus faibles que les fléchisseurs. Le déséquilibre entre fléchisseurs et extenseurs du tronc pourrait être l'une des nombreuses raisons des douleurs dorsales non spécifiques et sa prise en compte lors des thérapies de manière préventive ou curative pourrait apporter une plus-value à la prise en charge de patients lombalgiques.

Mots- clés

Low back pain, ratio, peak torque, trunk, flexion and extension, isokinetic dynamometer

Zusammenfassung

Einleitung : In der Schweiz leiden zwei von fünf Personen an lumbalen Beschwerden. In 85% der Fälle gelten diese Schmerzen als unspezifisch. Die Ursachen sind multifaktoriell und stellen eine grosse Herausforderung für die Physiotherapie dar. Das Kraftverhältnis der Beuger und Strecker des Rumpfes gilt als einer von vielen Gründen für die Entstehung von lumbalen Schmerzen. Es hat sich herausgestellt, dass die Literatur zu diesem Thema geteilter Meinung ist.

Ziel : Ziel dieser Arbeit ist es, die Beziehung zwischen unspezifischen Rückenschmerzen und dem Verhältnis der Maximalkraft der Extensoren und Flexoren des Rumpfes zu analysieren. Die Kraft wurde mit einem isokinetischen Dynamometer gemessen.

Methode : Das Design unserer Studie ist eine systematische Übersichtsarbeit mit Meta-Analyse. Es wurde eine boolesche Suche in den Datenbanken PubMed und Cochrane durchgeführt. Die anhand bestimmter Parameter gemessenen Kraftverhältnisse wurden extrahiert und zum Vergleich in zwei verschiedene Kategorien unterteilt.

Resultate : Zehn Studien wurden in die Arbeit eingeschlossen, 751 Teilnehmer in der Gruppe ohne Rückenschmerzen (nlbp) und 232 Teilnehmer in der Gruppe mit Rückenschmerzen (lbp). Die Meta-Analyse zeigt einen statistisch signifikanten Effekt für die nlbp-Gruppe ($P < 0,00001$). Das Kraftverhältnis zwischen Flexoren und Extensoren in dieser Gruppe ist kleiner als 1, (0,71 [0,65, 0,79]). Die lbp-Gruppe hat einen statistisch unbedeutenden Effekt ($P = 0,10$). Das Verhältnis für diese Gruppe ist dennoch grösser als 1 (1,15 [0,97, 1,37]).

Schlussfolgerung : Die Ergebnisse zeigen, dass Extensoren, welche ein Drittel stärker sind als Flexoren, ein mögliches Zeichen für das Fehlen von Rückenschmerzen sind. Die lbp-Gruppe neigt dazu, schwächere Extensoren als Flexoren zu haben. Dieses Ungleichgewicht zwischen Flexoren und Extensoren könnte einer der vielen Gründe für unspezifische Rückenschmerzen sein. Wird diese Disbalance in der Prävention oder Therapie berücksichtigt, könnte dies ein Plus für die Behandlung von unspezifischen Rückenschmerzen sein.

Schlagwörter

Low back pain, ratio, peak torque, trunk, flexion and extension, isokinetic dynamometer

Abréviations

CI:	Confidence interval (intervalle de confiance)
chap:	Chapitre
<i>F</i> :	Flexion
<i>E</i> :	Extension
et al.:	et autres; fréquent lorsqu'une citation a plusieurs auteurs
etc.:	et cetera
<i>I</i> ₂ :	L'inconsistance
lbp:	Low back pain
<i>N</i> :	Taille de l'échantillon
nlbp:	No low back pain
Nm:	Newton meter
<i>P</i> :	Valeur p
PIB:	Produit intérieur brut
PT:	Peak torque
Prisma:	Preferred reporting items for systematic reviews and metaanalyses
<i>R</i> :	Ratio
<i>SD</i> :	Standard deviation (écart-type)
<i>SE</i> :	Standard error (erreur standard)
Tab:	Tableau

Avertissement

Les prises de position, la rédaction et les conclusions de ce travail n'engagent que la responsabilité de ses auteurs et en aucun cas celle de la Haute Ecole de Santé Valais, du Jury ou du Directeur du Travail de Bachelor.

Nous attestons avoir réalisé seuls le présent travail, sans avoir utilisé d'autres sources que celles indiquées dans la liste de références bibliographiques.

Loèche-les-Bains le 5 juin 2020
Olivier Beer et Amélie Zellweger

Remerciements

Nous souhaitons remercier les personnes sous-mentionnées :

Jonas Denkinger, notre directeur de travail de Bachelor et enseignant à la HES-SO Valais/Wallis, pour sa disponibilité, ses conseils et son soutien tout au long de notre travail.

La Leukerbad Clinic pour avoir pu tester son appareil isocinétique en pratique.

Joanna Fumey et Camille Schaer pour la relecture assidue de notre travail.

Nos proches et familles pour nous avoir supporté et soutenu pendant ce processus.

Sommaire

1	Introduction	1
1.1	Contexte général.....	1
1.2	Contexte physiothérapeutique.....	2
1.3	Cadre théorique	3
1.4	Résumé de la problématique	7
1.5	Objectifs de notre recherche.....	8
1.6	Question de recherche	8
1.7	Hypothèses	8
2	Méthode.....	9
2.1	Design	9
2.2	Stratégie de recherche	9
2.3	Critères de sélection	11
2.4	Sélection des études	12
2.5	Collecte de données des études	12
2.6	Risques de biais.....	13
2.7	Analyse statistique	13
3	Résultats	18
3.1	Sélection des études	18
3.2	Analyse descriptive	20
3.3	Risques de biais.....	20
3.4	Méta-analyse	21
4	Discussion	24
4.1	Résumé des résultats principaux	24
4.2	Hypothèses	25
4.3	Forces de notre étude	25
4.4	Limites de l'étude.....	26
4.5	Comparaison avec la littérature actuelle	27
4.6	Implications pour la pratique	28
4.7	Pistes futures	28

5	Conclusion	29
6	Références	30
6.1	Littérature	30
7	Liste des Figures	36
8	Annexe	I
8.1	Tableaux descriptifs des études.....	I
8.2	Tableau descriptif des résultats	V
8.3	Codes de recherche	VIII
8.4	AXIS-Tool	IX
8.5	Résultats risque de biais	X

1 Introduction

1.1 Contexte général

Les douleurs lombaires sont un problème socio-économique majeur dans notre civilisation industrielle (Genevay et Balagué 2017; Wieser et al. 2011). Il s'agit de la première cause de consultation chez les médecins généralistes devant les insomnies, les maux de tête et la fatigue générale (CHUV service de rhumatologie 2018). En Suisse, deux personnes sur cinq en souffrent (Office fédéral de la statistique 2017) et les coûts en lien avec cette pathologie s'élèvent entre 1,6 et 2,3% du PIB Suisse (Wieser et al. 2011). Dans 85% des cas, les douleurs lombaires sont considérées comme non spécifiques (Ligue suisse contre le rhumatisme 2019; Genevay et Balagué 2017). Les méthodes de traitement pour les patients souffrant de douleurs lombaires non spécifiques sont un réel challenge en réhabilitation. (Shirado, Kaneda, et Ito 1992).

Les origines des lombalgies sont multifactorielles et complexes, elles proviennent dans la majorité des cas d'un problème physique ou psychique. Les douleurs provenant d'un problème physique sont souvent variables en fonction de l'état psychologique des personnes souffrant de lombalgies. L'état dépressif, l'anxiété ou le stress ont une influence considérable sur ce ressenti. Lorsque ces douleurs persistent plus de trois mois elles sont définies comme chroniques et peuvent avoir un impact négatif important sur la vie familiale et professionnelle, ainsi qu'entraîner un risque de perte de mobilité (CHUV service de rhumatologie 2018). Les traitements proposés sont souvent inadéquats à cette problématique. Des recommandations médicales tels que le repos, l'arrêt de travail, les imageries ou encore le recours à la chirurgie sont proposés alors qu'un maintien de l'activité physique et la gestion de la douleur sont, dans la majorité des cas, bien plus efficaces. (HUG service de presse et relations publiques 2018).

Ce travail a pour but de développer une réflexion sur le facteur physique, et plus précisément sur la force des muscles fléchisseurs et extenseurs du tronc, mesurée avec un appareil isocinétique. Ces muscles aident à maintenir une posture optimale et permettent une bonne stabilité du corps (E. Andersson, Swärd, et Thorstensson 1988). Le ratio de la force des agonistes et antagonistes du tronc serait une des nombreuses raisons de la provenance de douleurs lombaires. (Lee et al. 1999; McGill et al. 2003; Shirado et al. 1995). Cependant, nous avons pu constater que la littérature diverge à ce sujet. Selon

l'étude de Beimborn et Morrissey (1988), le ratio flexion/extension des personnes ne souffrant pas de douleurs lombaires se situerait entre 0,7 et 0,8 (Beimborn et Morrissey 1988). Les extenseurs seraient donc 30% plus forts que les fléchisseurs, alors que selon l'étude de Shirado, Kaneda et Ito (1992), il n'y a aucune différence significative entre des sujets sains et des sujets souffrant de douleurs dorsales (Shirado, Kaneda, et Ito 1992). Selon les résultats obtenus, l'utilisation de ce ratio serait inadéquate à la différenciation des deux types de population. Quant à l'étude de Pope et al. (1985), elle trouve des résultats opposés, avec des fléchisseurs plus forts que les extenseurs chez les sujets ne souffrant pas de douleurs lombaires (Pope et al. 1985).

Suite à la découverte/prise de conscience de ces divergences, nous avons trouvé important de développer ce sujet et de pouvoir définir en premier lieu si le ratio a une influence sur les douleurs dorsales non spécifiques et, en second lieu, quelle serait la valeur de ce ratio. Notre question de recherche est donc la suivante : Quelle est la relation entre les lombalgies non spécifiques et le ratio des fléchisseurs et des extenseurs du tronc, mesuré avec un appareil isocinétique ? Notre travail consistera en une revue systématique avec méta-analyse.

1.2 Contexte physiothérapeutique

Futurs physiothérapeutes et spécialistes du mouvement, nous avons décidé selon nos expériences personnelles de nous concentrer sur l'aspect physique des douleurs dorsales non spécifiques. Plus particulièrement sur les facteurs musculaires, qui sont plus facilement modifiables (G. B. J. Andersson et McNeill 2012). Sachant que 40% de la population souffre de ces maux (Office fédéral de la statistique 2017), ce pourcentage représente une forte patientèle en physiothérapie, dont les douleurs ont des provenances multifactorielles (CHUV service de rhumatologie 2018) et donc complexes. Nous trouvons important d'amener notre pierre à l'édifice du vaste monde des douleurs lombaires non spécifiques en examinant le ratio musculaire des fléchisseurs et extenseurs du tronc. Nous pensons que le développement de ce sujet pourrait sensibiliser nos collègues et nous-même à une meilleure prise en charge des patients lombalgiques. C'est pour ces raisons qu'un approfondissement du sujet nous a semblé important.

1.3 Cadre théorique

Le but de cette étude est de confirmer ou d'infirmer l'existence d'un lien entre le ratio susmentionné et les douleurs lombaires. Ce chapitre a pour objectif de contextualiser les différents points théoriques nécessaires à la compréhension de ce travail.

1.3.1 Lombalgie

Le terme lombalgie est souvent mal utilisé et défini d'une manière trop globale. Pour cette raison, il est important de le spécifier de manière précise. Selon la Haute Autorité de santé, « la lombalgie est définie par une douleur située entre la charnière thoraco-lombaire et le pli fessier inférieur. Elle peut être associée à une radiculalgie correspondant à une douleur d'un ou des deux membres inférieurs au niveau d'un ou plusieurs dermatomes » (HAS 2019). Les Lignes directrices européennes pour la prise en charge de la lombalgie chronique non spécifique la définissent de manière analogue et précisent bien que les douleurs peuvent se référer aux jambes ou non (Airaksinen et al. 2006). Les différents types de lombalgie ont été divisés en trois catégories ("diagnostic triage", ou "triage diagnostique" en français) (Waddell 1987) : les pathologies spinales spécifiques, les douleurs radiculaires et les lombalgies non spécifiques. Sachant que ces dernières sont les plus nombreuses, nous avons décidé de nous concentrer sur cette catégorie (Genevay et Balagué 2017).

1.3.1.1 *Lombalgies non spécifiques*

Les lombalgies non spécifiques, aussi nommées lombalgies communes, sont dites non spécifiques lorsqu'elles ne comportent pas de signe d'alerte (drapeaux rouges) (HAS 2019) comme par exemple une infection, une tumeur, de l'ostéoporose, une fracture, une déformation structurelle importante ou un trouble inflammatoire. De plus, elles ne sont pas liées à des atteintes de types neurologiques (radiculalgies et claudication neurogène) telles qu'un syndrome de la queue-de-cheval par exemple. Ce type de lombalgie représente le 85% des patients (Genevay et Balagué 2017).

1.3.2 L'isocinétisme

L'isocinétisme correspond à un travail dynamique à vitesse constante. La force maximale est répartie sur toute l'amplitude du mouvement. La résistance exercée par un appareil isocinétique est donc auto-adaptée à la force développée par le patient (Di Palma 2009).

1.3.3 Contraction musculaire concentrique, excentrique et isométrique

Lors d'une contraction concentrique, le muscle se raccourcit, il rapproche ses insertions musculaires en se contractant. Lors d'une contraction excentrique, le muscle s'allonge et ses insertions musculaires s'éloignent ; il aura donc un rôle de freinateur. Ces deux types de contractions sont dynamiques. Lors d'une contraction isométrique, le muscle se contracte sans modifier sa longueur, les points d'insertions restent en place ; il s'agit d'une contraction statique (Walker 2013; Carrio 2008).

1.3.4 Peak torque

Peak Torque, « moment de force » ou « pic de couple » sont des termes utilisés pour définir l'instant de force le plus élevé au cours du mouvement isocinétique. Il correspond au sommet de la courbe (Davies 1987). Cette force est exprimée en Newton mètre (NM). (Merati et al. 2004). Le *Peak Torque* peut être mesuré proportionnellement au poids corporel et sera alors exprimé en Newton mètre par kilo (NM/kg). Sa valeur, son délai d'apparition et l'angle auquel il est développé sont variables en fonction de la vitesse du mouvement, de l'âge et du sexe du sujet, du type d'activité pratiquée par celui-ci et, pour certaines articulations, par la position des segments de membre (Masson 2008; Di Palma 2009). Dans ce travail, nous allons parler de *Peak Torque* ou PT, car c'est l'expression la plus utilisée dans le milieu de l'isocinétisme.

1.3.5 Ratio

Le ratio, aussi appelé rapport, est le lien ou la relation entre deux ou plusieurs choses (Merlet, Garnier, et Vinciguerra 2004). Dans le cadre de notre revue, il correspond à la division entre la valeur de l'agoniste (fléchisseurs) et celle de l'antagoniste (extenseurs). Il est exprimé en nombres décimaux et peut être évalué à différentes vitesses angulaires. La relation entre les groupes musculaires agonistes et antagonistes peut être utilisée pour vérifier les déséquilibres et les faiblesses de certains groupes musculaires qui peuvent prédisposer le sujet à une lésion (Simbala et al. 2015; Zouita Ben Moussa et al. 2020). Dans notre travail, il s'agit du résultat du rapport entre le PT des fléchisseurs et celui des extenseurs du tronc.

1.3.6 Vitesse angulaire

Il s'agit d'un paramètre utilisé lors des mesures réalisées par un appareil isocinétique. Elle correspond à la mesure de l'angle parcouru par le mouvement de flexion ou d'extension en une seconde. Elle est exprimée en °/s et permet de vérifier différents éléments. Elle permet de déterminer précisément dans quel arc un mouvement est douloureux, en définissant l'angle auquel le muscle est le plus fort et celui auquel il est le plus faible (Di Palma 2009).

1.3.7 Appareil isocinétique

Les appareils isocinétiques, ou dynamomètres, actuels sont capables de mesurer les modes de contractions isométriques, concentriques et excentriques pour des applications cliniques, de performances et scientifiques. Ces mesures isocinétiques sont basées sur le principe du test de la capacité de résistance à des vitesses de rotation ou de mouvements linéaires constants (Zouita Ben Moussa et al. 2020). La fiabilité des tests et re-tests mesurant la flexion et l'extension, ainsi que la force maximale en concentrique, excentrique et isométrique sont des mesures de la force du tronc qui ont été démontrées et validées. Ces appareils peuvent être utilisés avec confiance pour les mesures des fonctions des muscles du tronc ; ils ont par ailleurs été largement adoptés pour étudier la fonction des muscles lombaires chez les sujets sains et chez les patients souffrant de lombalgies (Guilhem et al. 2014; den Hartog et al. 2010; Bernard et al. 2014). Avec des coefficients de corrélation se situant entre 0,93 et 0,99 pour les valeurs du *Peak Torque* (Bernard et al. 2014) et pour les raisons mentionnées ci-dessus, nous avons décidé de choisir uniquement les études qui ont réalisé leurs tests avec un appareil isocinétique.

1.3.8 Anatomie du tronc

Cette étude va particulièrement s'intéresser aux principaux muscles fléchisseurs et extenseurs du tronc.

1.3.8.1 Anatomie des fléchisseurs du tronc

Selon Kapandji, les muscles fléchisseurs du tronc font partie de la paroi abdominale, ce sont des muscles puissants. Ils sont situés en avant de l'axe rachidien et vont mobiliser l'ensemble du rachis vers l'avant sur la charnière lombo-sacrée et sur la charnière thoraco-lombaire. Le muscle grand droit (GD) de l'abdomen qui réunit directement l'appendice xiphoïde à la symphyse pubienne a une action très puissante de flexion du rachis. Il est aidé par deux muscles larges, le muscle oblique interne (OI) et le muscle oblique externe (OE), qui réunissent l'orifice inférieur du thorax au bord supérieur de la ceinture pelvienne. Alors que le muscle grand droit constitue un tendeur direct, le muscle oblique interne constitue un tendeur oblique en bas et en arrière. Le muscle oblique externe, est quant à lui, un tendeur oblique en bas et en avant.

Ces muscles ont une double action :

- Fléchisseur du tronc en avant
- Redresseur (R) puissant de la lordose *lombaire* (Kapandji 2007).

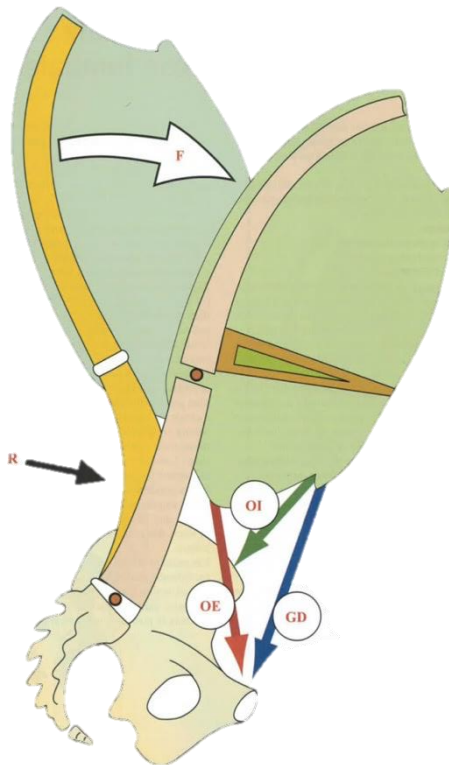


Figure 1 : fléchisseurs puissants du tronc
(Kapandji A.I.)

1.3.8.2 Anatomie des extenseurs du tronc

Les muscles postérieurs du tronc sont disposés en trois plans, de la profondeur à la superficie :

- Le plan profond est composé des muscles spinaux ou muscles des gouttières vertébrales, quant à eux composés du M. transverso-spinal, des M. interépineux, du M. spinalis, du M. longissimus thoracique et du M. ilio-costal du thorax. Ils forment, à leur partie basse, la masse commune des muscles lombaires.
- Le plan moyen est composé des muscles dentelés postérieur et supérieur
- Le plan superficiel est composé du muscle grand dorsal

Leurs actions sont essentiellement l'extension du rachis lombaire. En prenant appui sur le sacrum, ils tirent puissamment vers l'arrière le rachis lombaire et thoracique. En outre, ils entraînent l'exagération de la lordose lombaire (Kapandji 2007).

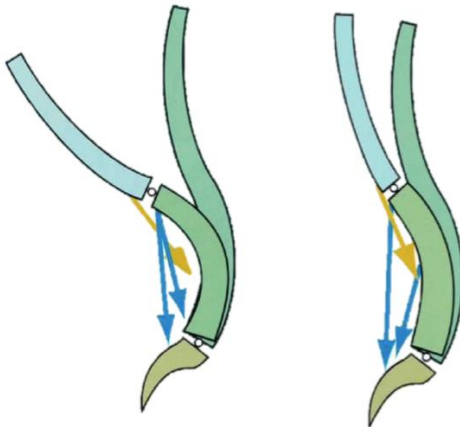


Figure 2 : extension du rachis lombal (Kapandji A.I.)

1.4 Résumé de la problématique

Les douleurs lombaires non spécifiques sont très présentes dans notre société, leurs origines sont multifactorielles et ont un fort impact sur notre économie (Genevay et Balagué 2017; Wieser et al. 2011). Les traitements proposés sont souvent inadéquats (HUG service de presse et relations publiques 2018) et la compréhension des résultats de mesures isocinétiques est souvent compliquée. Le but de cette revue est d'apporter un complément afin de mieux appréhender les vastes raisons de ces lombalgies non spécifiques et d'offrir une meilleure compréhension à la lecture des tests isocinétiques du tronc. Nous espérons qu'en répondant à notre question de recherche, nous pourrions conforter nos hypothèses et que les résultats obtenus, permettront d'apporter un supplément à la prise en charge de patients souffrant de lombalgies non spécifiques dans la pratique.

1.5 Objectifs de notre recherche

Notre travail a pour objectif premier de définir s'il existe un lien entre le ratio des fléchisseurs et des extenseurs du tronc et les douleurs lombaires non spécifiques, ainsi que, le cas échéant, de déterminer la valeur de ce ratio. Il a comme objectif secondaire d'améliorer la compréhension des tests du tronc réalisés avec un appareil isocinétique.

1.6 Question de recherche

Quelle est la relation entre les lombalgies non spécifiques et le ratio des fléchisseurs et des extenseurs du tronc, mesuré avec un appareil isocinétique ? Une revue systématique avec méta-analyse.

1.7 Hypothèses

En nous basant sur notre expérience et la littérature nous soumettons deux hypothèses.

1^{ère} hypothèse

Les personnes sans douleurs lombaires non spécifiques ont les extenseurs plus forts que des fléchisseurs du tronc, soit un ratio inférieur à 1.

2^{ème} hypothèse

Les personnes souffrant de douleurs lombaires non spécifiques ont les fléchisseurs plus forts que les extenseurs, soit un ratio supérieur à 1.

2 Méthode

2.1 Design

Le design de notre étude est une revue systématique avec méta-analyse. Afin de réaliser ce travail, nous avons rassemblé plusieurs études : des études transversales (*cross-sectional studies*), des études de cas contrôle (*case-control studies*), des études randomisées contrôlées (*randomized controlled trial studies*), des études cohortes prospectives et rétrospectives (*prospective and retrospective cohort studies*). Lors de nos précédentes recherches, nous avons constaté qu'il existait peu d'études sur cette thématique. C'est pour cette raison que nous avons décidé d'englober tous les designs à la réalisation de notre revue. En complément, nous avons trouvé trois études supplémentaires pour la réalisation de notre travail. Nous avons inclus cette "littérature grise" en plus de la stratégie de recherche officielle.

2.2 Stratégie de recherche

Afin de réaliser notre étude, nous avons effectué nos recherches sur deux bases de données différentes : PubMed et Cochrane. Pour avoir un maximum d'articles, nous n'avons effectué aucune limitation concernant la langue, la date ou le lieu de publication, sur les moteurs de recherches. Le moyen de recherche a été réalisé avec la méthode « boléenne » (Straus 2011). Cette méthode contient quatre catégories auxquelles sont attribués certains mots clés pour une recherche idéale. La population (P), l'intervention (I), la comparaison (C) et l'outcome (O). Pour notre recherche, nous n'avons pas pris en compte la comparaison afin d'obtenir un maximum d'études. Notre stratégie de recherche s'est donc résumée en une méthode PIO.

2.2.1 Méthode boléenne

2.2.1.1 Population

Pour avoir un maximum d'études, nous avons effectué une sélection de mots clés très inclusive. Lors de notre recherche, nous n'avons pas inclus le terme "lombalgie" dans le but de ne pas perdre des études intéressantes.

Mots clés : *trunk muscle, trunk muscles, rectus abdominis, back muscle, back muscles, paraspinal muscles, paraspinal muscle, spinal muscle, spinal muscles, extension-flexion, trunk, spine, spinal, lumbar, back*

2.2.1.2 Intervention

Pour les mesures de force, nous avons principalement recherché des articles qui utilisent un appareil isocinétique (isokinetic dynamometer). Pour être sûrs de ne pas passer à côté d'articles importants, nous avons ouvert la recherche de mesures de forces à d'autres tests ou évaluations.

Mots clés : *isokinetic, biodex, con-trex, kin-com, dynamometer, test, assessment, evaluation*

2.2.1.3 Outcome

Le résultat est le point le plus important auquel nos études doivent répondre. Pour la réalisation de notre revue, nous avons besoin du ratio du *Peak Torque* entre les fléchisseurs et les extenseurs du tronc.

Mots clés : *ratio, quotient, proportion, relation, difference, force, torque, Nm, newton, meter, power, strength*

2.3 Critères de sélection

Pour définir le nombre final des études prises en compte pour notre revue systématique avec méta-analyse, nous avons défini différents critères d'inclusion et d'exclusion.

Nos critères d'inclusions sont :

Population	<ul style="list-style-type: none">- Douleurs lombaires non spécifiques- Pas de douleurs de dos
Intervention	<ul style="list-style-type: none">- Mesures avec un appareil isocinétique- Position de mesures debout- Vitesse de mesures 30°/sec minimale et 120°/sec maximal
Outcome	<ul style="list-style-type: none">- Ratio du <i>Peak Torque</i> des fléchisseurs et des extenseurs du tronc

Nos critères d'exclusion sont :

Population	<ul style="list-style-type: none">- Opérations du dos- Problèmes neurologiques liés aux douleurs dorsales- Douleurs de dos spécifiques (Spondylolisthésis ; hernies discales etc.)
Intervention	<ul style="list-style-type: none">- Mesures n'ayant pas été réalisées avec un appareil isocinétique- Mesures uniquement en position assise
Outcome	<ul style="list-style-type: none">- Pas de résultat du ratio du <i>Peak Torque</i> entre les fléchisseurs et les extenseurs du tronc- Mesures qui ne sont pas liées au tronc (hanche ; genoux ; chevilles et épaules)

2.4 Sélection des études

2.4.1 Identification

Après la recherche de nos études sur diverses bases de données électroniques, nous avons transféré nos résultats sur le programme « Zotero », qui nous a permis d'exclure les doublons.

2.4.2 Screening

La première étape de la sélection est le screening. En lisant le titre et l'abstract, nous avons réalisé une première exclusion d'article. Nous avons donc retenu toutes les études qui ne comportaient pas de signe d'exclusion et nous les avons gardées pour la prochaine étape.

2.4.3 Eligibility

La seconde étape de la sélection est l'eligibility. Elle se résume à la lecture complète des articles. Nous avons éliminé toutes les études qui contenaient nos critères d'exclusion.

2.4.4 Included

Included est le dernier stade de la sélection des études. Nous avons éliminé tous les articles qui n'ont pas répondu à nos critères d'inclusion ou dont la qualité a été évaluée comme mauvaise (risque de biais). Les publications restantes ont été utilisées pour la réalisation de la méta-analyse.

2.5 Collecte de données des études

Afin d'avoir une meilleure vue d'ensemble sur nos données, nous les avons insérées dans deux tableaux différents. Dans le premier, nous avons recueilli des informations générales sur les études [voir annexe 8.1] :

- Titre, auteur et date de parution de l'article
- Design
- Participants (nombre, âge ; groupes)
- Appareil isocinétique utilisé pour les mesures
- But de l'étude

Dans le deuxième tableau, nous avons énuméré toutes les informations importantes pour notre analyse statistique [voir annexe 8.2] :

- Auteur et date de parution de l'article
- Nombre et sexe des participants
- Groupe (lbp ou nlbp)
- Informations sur les mesures (vitesse angulaire, ratio, écart-type (SD))

2.6 Risques de biais

Lors de la réalisation d'une revue systématique, il est nécessaire d'analyser les points faibles et les limites des études. Pour chaque design d'étude, il y a différentes grilles d'évaluation. Notre revue systématique est réalisée de manière transversale et comprend différents modèles d'étude. Nous avons décidé d'utiliser l'outil Axis (Downes 2016), un questionnaire qui donne un aperçu de la qualité des études transversales et nous a semblé idéal afin d'évaluer la qualité de nos études. Il contient l'analyse de dix-neuf risques de biais [voir annexe 8.4], divisés en trois catégories d'évaluation : rouge pour « risque de biais élevé », vert pour « risque de biais faible » et jaune pour « risque de biais pas clair ». Grâce à l'évaluation de la qualité des études par cet outil, celles avec un fort risque de biais ont pu être exclues, ce qui a permis d'apporter une valeur qualitative à nos études.

2.7 Analyse statistique

2.7.1 Extraction des données

Le programme « Review Manager 5.3 » nous a permis d'effectuer une analyse statistique. Après avoir extrait les données nécessaires depuis notre tableau Excel [voir annexe 8.2], nous avons constaté une grande hétérogénéité dans les données. Certaines études n'ont pas fait de comparaison directe entre des sujets sains et des sujets souffrant de douleurs dorsales non spécifiques. Pour cette raison, nous avons décidé de créer deux catégories afin de réaliser la meilleure analyse statistique possible.

Catégorie 1 :

- Des études comparant les mesures de ratio chez des personnes souffrant de douleurs de dos non spécifiques (lbp) et des personnes sans douleurs de dos (nlbp).

Catégorie 2 :

- Des études prenant des mesures de ratio uniquement chez des personnes sans douleurs de dos.
- Des études prenant des mesures de ratio uniquement chez des personnes souffrant de douleurs de dos non spécifiques.

2.7.2 Transformation des données

2.7.2.1 *Ratio*

Nos données de ratio du *Peak Torque* entre les fléchisseurs et les extenseurs du tronc n'ont pas toujours été présentées de la même manière. Nous avons donc converti toutes ces données pour recevoir le même rapport : flexion (F) divisée par l'extension (E), en nombre décimal (R)

$$R1 = F / E ; R2 = E / F$$

$$R = 1 / R2$$

2.7.2.2 *Graphiques*

Nous avons également analysé deux études représentant leurs résultats uniquement sous forme de graphique. Le programme « WebPlotDigitizer » nous a permis d'obtenir le ratio en nombre décimal. Nous avons reporté ces résultats dans notre tableau Excel.

2.7.2.3 *Erreur standard*

Grâce à l'écart-type (SD) et au nombre de participants (N) obtenus à partir des études, nous avons calculé l'erreur standard (SE) : $SE = SD \div \sqrt{N}$.

Cette valeur du SE a été nécessaire à la réalisation de notre Forest plot.

2.7.3 Forest plot

Le Forest plot fait partie de notre méta-analyse et représente graphiquement le résultat de chaque étude. Une étude est représentée par un carré rouge ; sa taille illustre le poids attribué à l'étude. La ligne horizontale sur les deux côtés du carré rouge correspond à l'intervalle de confiance. Si les carrés se situent à gauche de la ligne verticale, l'effet est en faveur du groupe « contrôle ». Si les carrés sont à droite de cette ligne, l'effet est en faveur du groupe « expérimental ». Dans notre analyse le groupe « contrôle » correspond aux études avec une population “nlbp” et le groupe « expérimental » correspond aux études avec une population “lbp”.

Le but d'une méta-analyse est l'estimation d'un effet global qui prend en compte toutes les études utilisées. Cet effet global est représenté par un diamant noir dans notre graphique.

L'effet des études est considéré comme statistiquement significatif si l'intervalle de confiance ne touche pas l'axe vertical. Ceci compte autant pour l'étude en soi (le carré rouge) que pour la méta-analyse (le diamant) (J. P. T. Higgins, Green, et Cochrane Collaboration 2008).

2.7.3.1 Hétérogénéité

Elle est utilisée dans un sens général pour décrire la variation ou la diversité des participants, des interventions et de la mesure des résultats dans une ou une série d'études (The Cochrane Collaboration 2005).

L'hétérogénéité est présentée sous diverses formes (Deeks, Higgins, et Altman 2019) :

- Hétérogénéité clinique : elle représente la variabilité entre les participants, les interventions et les résultats des études.
- Hétérogénéité méthodologique : elle exprime la variabilité des designs, des instruments de mesures et les risques de biais.
- Hétérogénéité statistique : elle indique la variabilité des effets d'intervention

L'inconsistance (I_2) permet de quantifier l'hétérogénéité statistique. Elle correspond au pourcentage de la variabilité des estimations des effets qui est due à l'hétérogénéité et non à la chance. « Une inconsistance de 0 à 40% représente une hétérogénéité peu importante, une inconsistance de 30 à 60% représente une hétérogénéité modérée, une inconsistance de 50 à 90% est considérée comme substantielle et une inconsistance de 75 à 100% représente une hétérogénéité considérable. » (J. Higgins et Thomas 2019)

$$I_2 = \left(\frac{Chi_2 - df}{Chi_2} \right) \times 100\%$$

2.7.3.2 *Weight*

Le poids d'une étude dans une méta-analyse est influencé par le *SE*. Plus il y a de participants et/ou plus le *SD* est petit, plus le poids de l'étude devient important comparé aux autres études. Chaque étude est illustrée dans le Forest plot par un carré rouge. Plus la grandeur de ce carré est importante, et plus étroit est l'intervalle de confiance, plus le poids de l'étude sera considérable.

2.7.3.3 *Valeur P*

Une valeur *P*, -value en anglais est le résultat standard d'un test statistique. Elle est la probabilité d'obtenir la valeur observée ou une valeur plus importante sous condition que l'hypothèse nulle est vraie. « Dans le cadre des examens Cochrane, il existe deux tests statistiques couramment utilisés. Le premier est un test de l'effet global (un test *Z*), son hypothèse nulle est qu'il n'y a pas d'effet global de l'intervention expérimentale par rapport au comparateur sur le résultat d'intérêt. Le second est le test (Chi_2) d'hétérogénéité, son hypothèse nulle est qu'il n'y a pas de différences dans les effets de l'intervention d'une étude à l'autre » (Higgins et Thomas 2019).

2.7.3.4 *Random effects and fixed effect models*

La plupart des méta-analyses sont basées sur deux modèles différents :

Fixed effects models

Le modèle à effet fixe est un modèle statistique évaluant l'effet qui présuppose que toutes les variations observées entre les études sont dues au hasard. Cela signifie que l'effet est fixe d'une étude à l'autre, l'hétérogénéité est donc ignorée et l'intervalle de confiance est étroit. Il peut être considéré comme un "effet d'intervention typique" des études incluses (Higgins und Thomas 2019).

Random effects models

Un modèle à effets aléatoires est un modèle statistique évaluant l'effet qui présuppose que les variations suivent une distribution normale. Cela signifie que l'erreur d'échantillonnage à l'intérieur de l'étude et la variation entre les études sont présentes, ce qui implique que l'hétérogénéité est incluse et que l'intervalle de confiance est plutôt large. Ce modèle peut être considéré comme un "effet d'intervention moyen" des études incluses.

Les modèles à effets aléatoires et à effets fixes donneront des résultats identiques lorsqu'il n'y a pas d'hétérogénéité entre les études (Higgins et Thomas 2019).

3 Résultats

3.1 Sélection des études

Suite à notre recherche booléenne [code de recherche voir en annexe 8.3], nous avons recueilli 532 études sur deux différentes bases de données électroniques, Pubmed 502 et Cochrane 30. En plus de notre recherche PIO, nous avons recueilli trois études supplémentaires provenant de la littérature grise. Après une première phase de suppression des doublons, il nous est resté un total de 518 études. Ensuite, nous avons procédé au screening des titres et abstracts, 459 études ont été exclues car elles comportaient chacune au moins un critère d'exclusion. Nous avons effectué la lecture complète des 59 études restantes pour finalement sélectionner dix études qui correspondaient à nos critères d'inclusion. La revue systématique a été réalisée avec ces dix études et nous n'avons exclu aucune étude supplémentaire pour notre méta-analyse. Selon notre analyse avec l'outil axis, les études sélectionnées étaient toutes de bonnes qualités.

3.1.1 Prisma

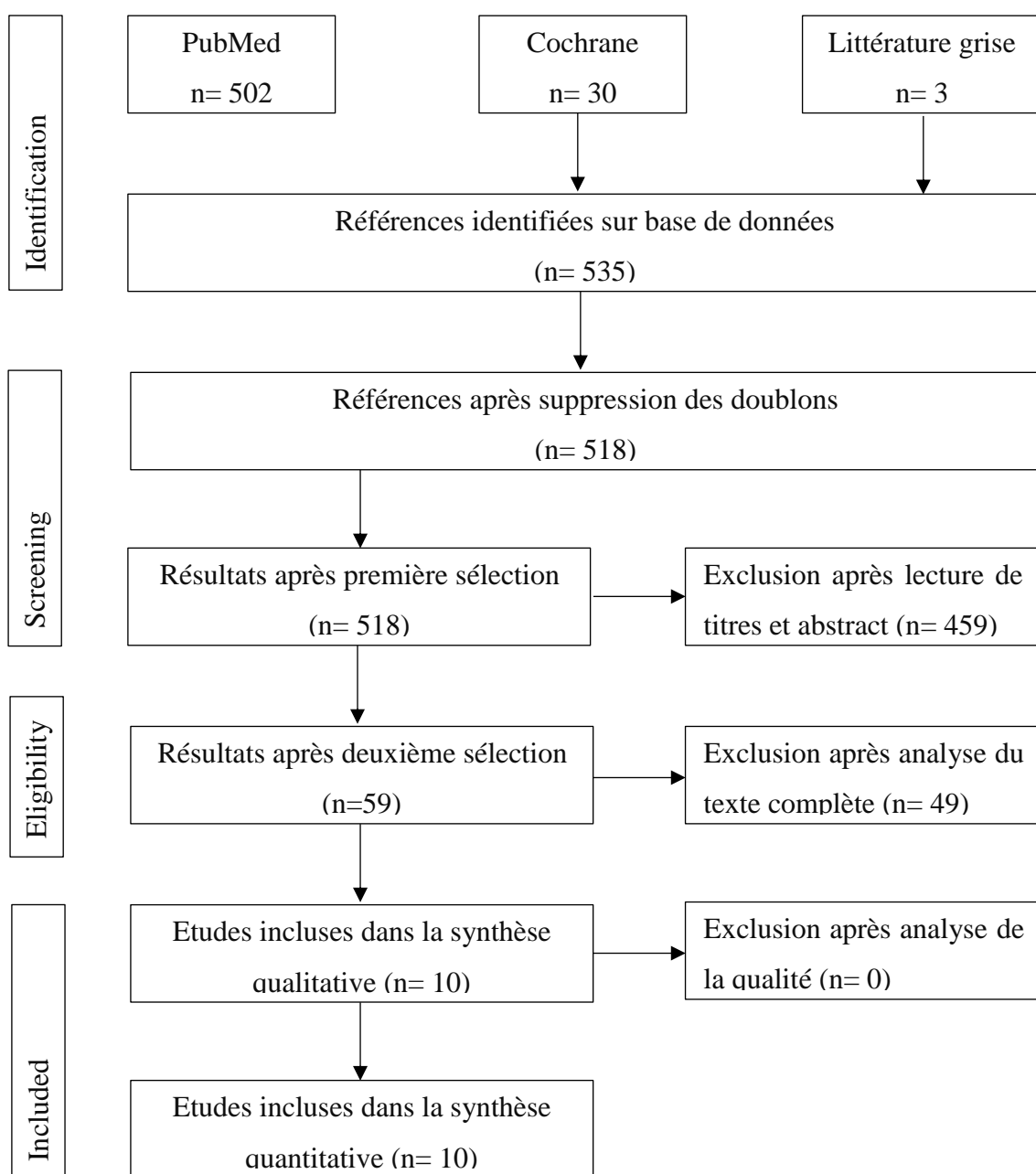


Figure 3 : Flow Chart (Beer O. et Zellweger A.)

3.2 Analyse descriptive

Pour notre travail, nous avons inclus les dix études suivantes qui contenaient différents designs d'études : trois études transversales (Merati et al. 2004; Mueller et al. 2014; Nagai et al. 2015), trois études de cas-contrôle (Cohen et al. 2002; Hildebrandt et al. 2017; Yahia et al. 2011), deux études randomisées contrôlées (Freitas et Greve 2008; Yoo et al. 2014), une étude de cohorte prospective (Lee et al. 1999) et une étude de cohorte rétrospective (Bernard et al. 2014).

Nous avons classé les études dans deux différentes catégories en fonction de leur contenu. La catégorie 1 comporte les études de (Bernard et al 2010; Cohen et al. 2002; Lee et al. 1999; Merati et al. 2004; Nagai et al. 2015; Yahia et al. 2011). Cette catégorie d'article compare le groupe des lpb et nlbp lors chaque étude.

La catégorie 2 comporte les études de (Freitas et Greve 2008; Yoo et al. 2014; Hildebrandt et al. 2017; Mueller et al. 2014). Cette catégorie d'article évalue uniquement un groupe spécifique lors de chaque étude.

3.3 Risques de biais

Les deux représentations de l'analyse de risques de biais se trouvent en annexe [voir annexe 8.4]. Elles illustrent les dix-neuf différents risques de biais pour chaque étude de notre travail. Nous n'avons pas pu répondre à trois questions (7 ; 13 ; et 14). Ces questions n'étaient pas appropriées pour nos études, elles ont été marquées de la couleur jaune (unclear risk of bias). Pour quatre études (Cohen et al. 2002; Merati et al. 2004; Freitas et Greve 2008; Nagai et al. 2015), nous avons trouvé un fort risque de biais à la question 11 concernant la description de la méthode. Nous les avons donc marquées de la couleur rouge. Aucun autre fort risque de biais n'a été décelé sur plusieurs mêmes études ; elles représentaient toutes à nos yeux un risque de biais faible. Par conséquent, nous avons décidé de conserver toutes les études présélectionnées pour la réalisation de notre méta-analyse.

3.4 Méta-analyse

3.4.1 Tableau d'extraction

Nous avons recueilli toutes les données nécessaires à la réalisation de notre méta-analyse dans un tableau Excel [voir annexe 8.2]. Afin d'avoir un nombre plus important de résultats dans nos deux groupes (lbp, nlbp), nous avons catégorisé toutes les données possibles. Chaque étude pouvait contenir des sous-groupes différents, homme lbp et/ou femme lbp, homme nlbp et/ou femme nlbp et/ou athlètes nlbp. Une étude comme celle de Merati et al. 2004 par exemple, pouvait donc avoir différents sous-groupes et s'exprimer à plusieurs reprises dans notre Forest plot.

Chaque étude comportait des ratios à vitesses différentes, de 30°/sec à 120°/sec. En nous basant sur la littérature (Suzuki et Endo 1983; Yahia et al. 2011), nous avons créé une hiérarchie en priorisant les vitesses basses pour chaque étude. Le SE et la valeur du ratio de chaque sous-groupe ont servi à la création de notre Forest plot.

3.4.2 Forest plot

Si nos Forest plot ont été réalisés selon le modèle aléatoire, c'est principalement pour cause de l'hétérogénéité clinique et méthodologique. Nos études sont différentes les unes des autres en termes de design, d'intervention et de population. Nous prenons donc en compte les variances inter- et intra-études. Afin d'avoir des résultats clairs et de pouvoir répondre à notre question de recherche, nous avons réalisé deux évaluations différentes.

Evaluation 1

Dans la première évaluation, nous avons inclus toutes les études de la catégorie 1, c'est-à-dire toutes les études qui comparent directement des sujets avec et sans douleur dorsale non spécifique.

Evaluation 2

Pour la deuxième évaluation, nous avons inclus toutes les études que nous avons sélectionnées pour notre méta-analyse, c'est-à-dire les études des catégories 1 et 2.

3.4.2.1 Evaluation 1

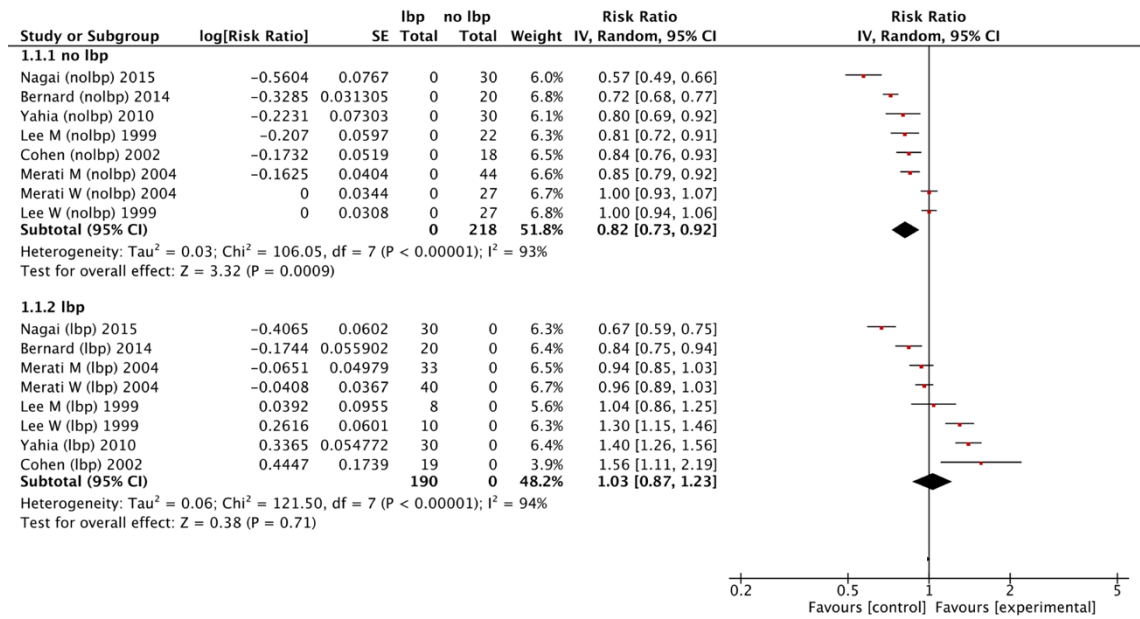


Figure 4 : Forest Plot 1

Le Forest Plot de l'évaluation 1 présente les résultats concernant le ratio du *Peak Torque* entre les fléchisseurs et les extenseurs du tronc entre 0.5 et 2. Les carrées rouges : le poids de l'étude, Le diamant noir : la différence moyenne de toutes les études, SE : standard error, IV : Inverse Variance, CI: Confidence Interval, I^2 : Chi-square test.

Le Forest Plot de l'évaluation 1 nous permet d'évaluer le ratio du *Peak Torque* des fléchisseurs et extenseurs du tronc. Sept études comparent à chaque fois les données des deux groupes lbp et nlbp. Elles comprennent 218 participants dans le groupe nlbp et 190 participants dans le groupe lbp.

Dans le groupe nlbp des études avec les participants ne présentant pas de douleurs lombaires, nous constatons une hétérogénéité statistique considérable ($I^2 = 93\%$), (Hingginis et Thomas 2019). L'effet global est quant à lui significatif car le diamant ne touche pas la ligne verticale ($P = 0.0009$). La valeur du ratio est de 0.82 [0.73, 0.92], ce qui représente des extenseurs 18% plus forts que les fléchisseurs.

Dans le groupe lbp des études avec les participants souffrant des douleurs lombaires, l'hétérogénéité statistique est aussi considérable ($I^2 = 94\%$). L'effet global qui est illustré par le diamant noir démontre un effet non significatif car il touche la ligne verticale ($P = 0.71$). La valeur du ratio est de 1.03 [0.87, 1.23], ce qui représente des fléchisseurs 3% plus forts que les extenseurs, soit un ratio proche de 1.

3.4.2.2 Evaluation 2

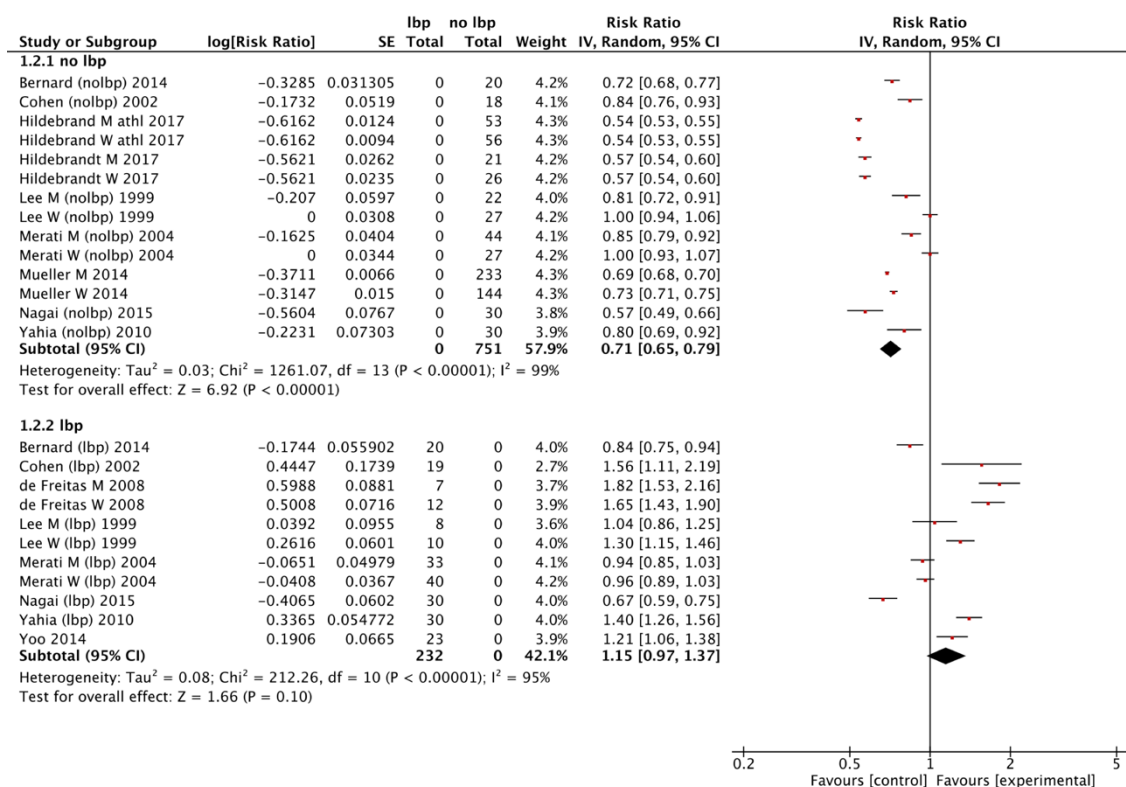


Figure 5 : Forest Plot 2

Le Forest Plot de l'évaluation 2 présente les résultats concernant le ratio du *Peak Torque* entre les fléchisseurs et les extenseurs du tronc entre 0.5 et 2. Les carrées rouges : le poids de l'étude, Le diamant noir : la différence moyenne de toutes les études, SE: standard error, IV : Inverse Variance, CI : Confidence Interval, I^2 : Chi-square test.

Le Forest Plot de l'évaluation 2 nous permet d'évaluer le ratio du *Peak Torque* des fléchisseurs et extenseurs du tronc des lbp et nlbp de toutes nos études, soit un total de dix. Ces études comparent directement ces données ou ne fournissent les données que d'un seul groupe. Elles comprennent 751 participants dans le groupe nlbp et 232 participants dans le groupe lbp.

Dans le groupe nlbp des études avec les participants ne présentant pas de douleurs lombaires, nous constatons une hétérogénéité statistique considérable ($I^2 = 99\%$). L'effet global est quant à lui significatif car le diamant ne touche pas la ligne verticale ($P < 0.00001$). La valeur du ratio est de 0.71 [0.65, 0.79] ce qui représente des extenseurs 29% plus forts que les fléchisseurs.

Dans le groupe lbp des études avec les participants souffrant de douleurs lombaires, l'hétérogénéité statistique est aussi considérable, ($I^2 = 95\%$). L'effet global qui est illustré par le diamant noir démontre un effet non significatif car il touche la ligne verticale ($P = 0.10$). La valeur du ratio est de 1.15 [0.97, 1.37], ce qui représente des fléchisseurs 15% plus forts que les extenseurs.

4 Discussion

L'objectif principal de notre revue systématique et méta-analyse est de démontrer si un lien existe entre le ratio du *Peak Torque* des fléchisseurs et extenseurs du tronc et les douleurs lombaires non spécifiques. Dix études ont été incluses avec 751 participants nlbp et 232 participants lbp. Afin que les résultats de notre méta-analyse soient les plus pertinents possible, nous avons créé deux évaluations différentes. Une évaluation 1 qui compare lors de la même étude des participants lbp et nlbp et une évaluation 2 englobant toutes nos études. Nous n'avons pas constaté de grandes différences concernant l'hétérogénéité entre ces deux évaluations, qui reste conséquente dans les deux cas. Pour cette raison, nous avons décidé de nous concentrer sur les résultats de l'évaluation 2 qui compare toutes nos études.

4.1 Résumé des résultats principaux

Nous constatons que le ratio du *Peak Torque* des fléchisseurs et extenseurs du tronc est différent entre les participants lbp et nlbp. Que ce soit dans notre évaluation 1 ou dans notre évaluation 2, les participants lbp ont obtenu un résultat de ratio entre les fléchisseurs et les extenseurs plus élevé que les participants nlbp. Nous pouvons affirmer de manière significative (évaluation 2) que les personnes ne souffrant pas de douleurs lombaires ont un ratio inférieur à 1 (évaluation 2 : ratio = 0.71), soit des extenseurs 29% plus forts que les fléchisseurs. Les participants lbp ont des résultats non significatifs ($P=0.1$) mais on peut percevoir une tendance à un ratio supérieur à 1 (évaluation 2 : ratio = 1.15), soit des fléchisseurs 15% plus forts que les extenseurs.

4.2 Hypothèses

Hypothèse	Confirmation
Notre première hypothèse formule que les personnes sans douleurs lombaires non spécifiques ont des extenseurs plus forts que les fléchisseurs du tronc.	Confirmée de manière significative. Les participants nlbp ont obtenu un ratio de 0.71 ($P = 0.00001$), soit des extenseurs 29% plus forts que les fléchisseurs.
Notre seconde hypothèse formule que les personnes souffrant de douleurs lombaires non spécifiques ont les fléchisseurs plus forts que les extenseurs.	N'a pas été confirmée de manière significative. Les participants lbp ont obtenu un ratio de 1.15 ($P = 0.1$), soit des fléchisseurs 15% plus forts que les extenseurs. Ces résultats sont non significatifs mais nous pouvons percevoir une tendance dans le sens de notre deuxième hypothèse.

4.3 Forces de notre étude

La principale force de notre revue systématique et méta-analyse est la précision. En nous basant sur la littérature nous avons fait le choix de sélectionner plusieurs paramètres précis qui ont rendu notre étude plus spécifique.

En premier lieu, nous avons choisi la position debout sur l'appareil isocinétique pour mesurer le *Peak Torque* du tronc. Cette position représente la position fonctionnelle de la colonne vertébrale et donne plus d'informations sur la fonction musculaire (Voisin et Vanvelcenaher 2001). Lors de la position assise, les fléchisseurs de l'articulation de la hanche sont plus engagés que les muscles abdominaux (Szpala et al. 2011). Selon les résultats de Zouita Ben Moussa et al. (2020), la flexion debout suscite un PT plus important que celle obtenue en position assise. Ce résultat rendrait nos hypothèses encore plus fortes. Une des raisons supplémentaires du choix de la position debout consiste dans le fait que cette position est plus établie dans la littérature. Un mélange de résultats en position assise et debout aurait pu influencer nos résultats, étant donné que la position modifie la longueur des muscles et donc leur efficacité de contraction. Par exemple, pour la flexion du tronc, le psoas serait déjà en insuffisance active en position assise alors que ce n'est pas le cas lors de la position debout.

En second lieu, nous avons choisi une vitesse angulaire lente. Plusieurs études ont démontré que la reproductibilité est meilleure à basse vitesse et semble satisfaisante jusqu'à une vitesse angulaire de 120°/s. La peur à haute vitesse peut aussi influencer les résultats chez les patients lbp (Suzuki et Endo 1983; Merati et al. 2004).

Ensuite, nous avons choisi le mode de contraction concentrique. Ce mode est plus simple et plus sécuritaire (Yahia et al. 2011). Selon notre expérience, nous avons pu constater que le mode excentrique peut être stressant pour les patients lbp. On leur demande de résister à une force appliquée dans le dos qui les pousse vers l'avant, ce qui peut créer de l'appréhension et des résultats biaisés.

Pour finir, nous avons choisi l'appareil isocinétique. Cet appareil est bien moins pratique et plus coûteux que d'autres simples tests de mesure de force, mais nous l'avons choisi pour sa validité et sa reproductibilité (Guilhem et al. 2014). Afin d'obtenir les résultats les plus précis, ce choix nous a semblé évident.

4.4 Limites de l'étude

La principale faiblesse de ce travail est la présence d'une forte hétérogénéité. En effet, tous nos résultats ont une hétérogénéité considérablement haute. Nous pouvons l'expliquer par différents facteurs. Nous avons choisi de nombreux designs d'études différents, nous n'avons pas fait de différence d'âge entre les participants, les marques des appareils isocinétiques et les protocoles étaient différents selon les études et les résultats des études sélectionnées étaient très variables entre eux.

Le second point faible de ce travail est de s'être intéressé uniquement aux mesures du *Peak Torque* des muscles fléchisseurs et extenseurs du tronc. Les douleurs lombaires ayant des origines multifactorielles (CHUV service de rhumatologie 2018), se baser uniquement sur ce ratio pour traiter ce type de douleurs n'est pas suffisant. Le but de ce travail est donc d'amener un complément et non une solution aux raisons des douleurs dorsales.

Les patients souffrant de douleurs lombaires non spécifiques ne constituent pas un groupe homogène, mais le tableau clinique est hétérogène et complexe. Le grand défi est l'identification précoce du risque de chronicité de la lombalgie. Par exemple, des signes cliniques, des variables psychosociales, des caractéristiques fonctionnelles devraient être identifiés afin de prédire ce risque (Wagner et al. 2009).

Les résultats de notre revue apportent une plus-value à la prise en charge de patients lombalgiques et pourraient permettre d'éviter, dans certains cas, la chronicité.

4.5 Comparaison avec la littérature actuelle

Une revue de la littérature réalisée par Beimborn et Morrissey (1988) s'est intéressée à la performance des muscles du tronc. Selon ses résultats, un ratio de 1.3 entre les extenseurs et les fléchisseurs serait le plus cité. Appliqué à notre méthode d'un ratio fléchisseurs sur extenseurs, ce ratio correspond à un facteur de 0.77, soit des extenseurs 23% plus forts que les fléchisseurs. Cette revue a été réalisée en 1988 avec des études complètement différentes de notre recherche. Nous constatons cependant une forte ressemblance avec les résultats des participants nlbp (0.77 pour Beimborn et 0.71 pour l'évaluation 2 de notre méta-analyse).

Une toute nouvelle revue de la littérature est apparue cette année, Zouita Ben Moussa et al. (2020). Elle s'intéresse à la force isocinétique du tronc, à la validité et la fiabilité de celle-ci ainsi qu'aux données normatives et à ses relations avec la performance physique et les lombalgies. Elle détermine un ratio de 0.7 à 0.9 chez les personnes nlbp et un ratio de 0.5 à 0.7 chez les sportifs. Cette revue conforte à nouveau nos résultats trouvés chez les nlbp, elle englobe trois de nos études sélectionnées pour la réalisation de notre méta-analyse (Mueller et al. 2014, Merati et al. 2004, Yahia et al. 2011).

En observant les résultats de notre méta-analyse, l'étude de Nagai et al. (2015) et celle de Bernard et al. (2014) obtiennent un ratio inférieur à 0.9 chez les participants lbp, ce qui affaiblit fortement notre résultat chez les participants lbp.

Pour l'étude de Nagai et al. (2015), l'une des raisons possibles à un ratio inférieur à un est la population. Tous les sujets sont des pilotes d'hélicoptères, ce qui pourrait être l'une des raisons d'un ratio si bas chez les lbp. Ce sont probablement des personnes actives et selon la revue de Zouita Ben Moussa et al. (2020), les sportifs ont un ratio plus bas que les personnes plus sédentaires. Cependant cette étude démontre significativement que les pilotes lbp ont une force musculaire des extenseurs plus faible que les pilotes nlbp.

Concernant l'étude de Bernard et al. (2014), la population joue probablement aussi un rôle important, puisqu'il s'agit d'adolescents âgés de 11 à 16 ans.

Cette étude démontre elle aussi que dans la tranche d'âge 14-16 ans, la force musculaire des extenseurs est plus faible chez les lbp que les nlbp et inversement pour les fléchisseurs. Ces deux analyses confirment l'importance d'une bonne force musculaire des extenseurs.

4.6 Implications pour la pratique

Bien entendu, les résultats de notre étude ne permettent pas d'assurer la disparition des douleurs lombaires. Cependant elle démontre significativement que les personnes ne souffrant pas de douleurs lombaires ont une force musculaire des extenseurs plus importante que celle des fléchisseurs.

De manière contradictoire, la société met en valeur les belles « tablettes de chocolats » et favorise certainement ce risque de dysbalance musculaire en renforçant la force musculaire des fléchisseurs du tronc. En tant que physiothérapeutes, nous avons la possibilité d'influencer ce paramètre en proposant des exercices spécifiques de force axés sur la chaîne postérieure du tronc. Nous pensons que la prévention serait l'une des meilleures options afin d'éviter l'apparition de lombalgies non spécifiques. En réalisant des tests préventifs avec l'appareil isocinétique, nous aurions la possibilité d'agir rapidement et d'éviter l'apparition de symptômes douloureux.

4.7 Pistes futures

Dans notre travail, nous nous intéressons au *Peak Torque*, il serait important de pouvoir analyser la force endurante pour être sûrs que les résultats soient comparables. Afin de simplifier la réalisation des tests (car tous les cabinets ne possèdent pas un appareil isocinétique), un approfondissement sur les différents tests du tronc serait intéressant pour la pratique. Le test de Sorensen semble une bonne option pour le calcul de la force endurante des extenseurs du tronc (Moreau et al. 2001). Quant à la force endurante des fléchisseurs du tronc, le test de Shirado semble être une bonne option (Fransoo, Dassain, et Mattucci 2009). Une revue systématique avec méta-analyse sur le ratio Shirado/Sorensen constituerait un avantage pour la pratique. Elle permettrait d'analyser la force endurante, de la comparer avec nos résultats et pourrait simplifier la manière de réaliser les tests de force du ratio du tronc dans un cabinet. En complément, la création d'exercices ciblés en fonction des résultats mesurés permettrait à chacun de garder un ratio équilibré.

5 Conclusion

Cette revue systématique avec méta-analyse s'est intéressée au lien du ratio des fléchisseurs et des extenseurs du tronc, mesuré avec un appareil isocinétique, avec les douleurs lombaires non spécifiques. Un total de dix études a été sélectionné et deux évaluations ont été créées afin de répondre au mieux à notre question de recherche. Ces études se concentraient sur l'analyse du tronc des participants souffrant de douleurs dorsales non spécifiques et/ou de participants ne souffrant d'aucune douleur lombaire. Les résultats de nos travaux ont mis en évidence un résultat significatif qui a pu confirmer notre 1^{ère} hypothèse. Les participants sans aucune douleur lombaire non spécifique ont un ratio inférieur à 1. Autrement dit, ces personnes ont des muscles extenseurs du tronc plus forts que les muscles fléchisseurs. Selon nos résultats ce ratio est de 0.71, soit des extenseurs 29% plus forts que les fléchisseurs. Pour les participants souffrant de douleurs lombaires non spécifiques, nous n'avons pas obtenu de résultat statistiquement significatif. Cependant, nous avons constaté une nette tendance à des muscles fléchisseurs du tronc plus forts ou égaux aux extenseurs. Ce que nous pouvons retenir de ce travail, c'est le lien entre des muscles extenseurs forts du tronc et les personnes ne souffrant pas de douleurs lombaires non spécifiques. Le déséquilibre entre fléchisseurs et extenseurs du tronc pourrait être l'une des nombreuses raisons des douleurs dorsales non spécifiques et sa prise en compte lors des thérapies (de manière préventive ou curative) pourrait apporter une plus-value à la prise en charge de patients lombalgiques.

6 Références

6.1 Littérature

Airaksinen, O., J. I. Brox, C. Cedraschi, J. Hildebrandt, J. Klaber-Moffett, F. Kovacs, A. F. Mannion, et al. 2006. « Chapter 4 European guidelines for the management of chronic nonspecific low back pain ». *European Spine Journal* 15 (Suppl 2): s192-300. <https://doi.org/10.1007/s00586-006-1072-1>.

Andersson, E., L. Swärd, et A. Thorstensson. 1988. « Trunk Muscle Strength in Athletes ». *Medicine and Science in Sports and Exercise* 20 (6): 587-93.

Andersson, Gunnar B. J., et Thomas W. McNeill. 2012. *Lumbar Spine Syndromes: Evaluation and Treatment*. Springer Science & Business Media.

Beimborn, David S., et Matthew C. Morrissey. 1988. « A Review of the Literature Related to Trunk Muscle Performance »: *Spine* 13 (6): 655-60. <https://doi.org/10.1097/00007632-198813060-00010>.

Bernard, J.-C., S. Boudokhane, A. Pujol, E. Chaléat-Valayer, G. Le Blay, et J. Deceuninck. 2014. « Isokinetic Trunk Muscle Performance in Pre-Teens and Teens with and without Back Pain ». *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine* 57 (1): 38-54. <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2013.10.004>.

Carrio, Chritophe. 2008. *Echauffement gainage et pliométrie pour tous*. France: Amphora.

CHUV service de rhumatologie. 2018. « Lombalgie chronique ». CHUV. 2018. <https://www.chuv.ch/fr/rhumatologie/rhu-home/patients-et-famille/maladies-traitees/maladies-de-la-colonne-vertebrale-rachis/lombalgie-chronique/>.

Cohen, P., A. Chantraine, C. Gobelet, et J. L. Ziltener. 2002. « [Influence of testing position on lumbar isokinetic measurements]. » *Annales de readaptation et de medecine physique : revue scientifique de la Societe francaise de reeducation fonctionnelle de readaptation et de medecine physique* 45 (1): 12-18. [https://doi.org/10.1016/s0168-6054\(01\)00167-2](https://doi.org/10.1016/s0168-6054(01)00167-2).

Davies, George J. 1987. *A Compendium of Isokinetics in Clinical Usage and Rehabilitation Techniques*. Edición: 3rd. S & S Publishers.

Deeks, Jonathan, Julian Higgins, et Douglas Altman. 2019. « Analysing Data and Undertaking Meta-Analyses ». Chochrane Training. 2019. /handbook/current/chapter-10.

Di Palma, Elio. 2009. « ISOCINETISME Dossier scientifique ».

Downes, Martin. 2016. « AXIS - Critical Appraisal of Cross Sectional Studies ». Griffith University. <http://www.cebm.net/wp-content/uploads/sites/3/2016/06/Evidence-Live-2016-MD.pdf>.

Fransoo, Patrick, Claire Dassain, et Prisca Mattucci. 2009. « Mise en pratique du test de Shirado: Implementation of the Shirado test ». *Kinésithérapie, la Revue*, Exercice du « pas poplité », 9 (87): 39-42. [https://doi.org/10.1016/S1779-0123\(09\)70777-6](https://doi.org/10.1016/S1779-0123(09)70777-6).

Freitas, CD, et JMD Greve. 2008. « Comparison between isokinetic dynamometer and therapeutic ball exercises in chronic low-back pain of mechanical origin ». *Fisioterapia e pesquisa* 15 (4): 380-386.

Genevay, Stéphane, et Federico Balagué. 2017. « Diagnostic et pronostic des douleurs lombaires : apport et limites de la clinique ». *Revue médicale suisse*, *Revue Médicale Suisse*, , 6.

Guilhem, Gaël, Caroline Giroux, Antoine Couturier, et Nicola A. Maffiuletti. 2014. « Validity of Trunk Extensor and Flexor Torque Measurements Using Isokinetic Dynamometry ». *Journal of Electromyography and Kinesiology* 24 (6): 986-93. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2014.07.006>.

Hartog, D. den, H. H. Eker, W. E. Tuinebreijer, G. J. Kleinrensink, H. J. Stam, et J. F. Lange. 2010. « Isokinetic Strength of the Trunk Flexor Muscles after Surgical Repair for Incisional Hernia ». *Hernia* 14 (3): 243-47. <https://doi.org/10.1007/s10029-010-0627-6>.

HAS. 2019. « Prise en charge du patient présentant une lombalgie commune ». Haute Autorité de Santé. 2019. https://www.has-sante.fr/jcms/c_2961499/fr/prise-en-charge-du-patient-presentant-une-lombalgie-commune.

Higgins, Julian P. T., Sally Green, et Cochrane Collaboration, éd. 2008. *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions*. Cochrane Book Series. Chichester, England ; Hoboken, NJ: Wiley-Blackwell.

Higgins, Julian, et James Thomas. 2019. « Chapter 10: Analysing Data and Undertaking Meta-Analyses ». Cochrane Training. 2019. [/handbook/current/chapter-10](https://www.cochrane.org/handbook/current/chapter-10).

Hildebrandt, Carolin, Lisa Muller, Christian Heisse, et Christian Raschner. 2017. « Trunk Strength Characteristics of Elite Alpine Skiers - a Comparison with Physically Active Controls. » *Journal of Human Kinetics* 57 (juin): 51-59. <https://doi.org/10.1515/hukin-2017-0046>.

Higgins, Julian, et James Thomas. 2019. « Chapter 15: Interpreting Results and Drawing Conclusions ». Cochrane Training. 2019. [/handbook/current/chapter-15](https://www.cochrane.org/handbook/current/chapter-15).

HUG service de presse et relations publiques. 2018. « The Lancet publie trois articles sur les lombalgies ». Hôpitaux universitaires de Genève (HUG). 2018. https://www.hug-ge.ch/sites/interhug/files/presse/2018.03.22_cp_lombalgie_lancet.pdf.

Kapandji, A.I. 2007. « Le rachis lombaire ». In *Anatomie fonctionnelle*, 6^e éd. Vol. 3. Paris, France: Maloine.

Lee, J. H., Y. Hoshino, K. Nakamura, Y. Kariya, K. Saita, et K. Ito. 1999. « Trunk Muscle Weakness as a Risk Factor for Low Back Pain. A 5-Year Prospective Study ». *Spine* 24 (1): 54-57. <https://doi.org/10.1097/00007632-199901010-00013>.

Ligue suisse contre le rhumatisme. 2019. « Mal de dos - Ligue suisse contre le rhumatisme ». 2019. <https://www.ligues-rhumatisme.ch/rhumatismes-de-a-a-z/mal-de-dos>.

Masson, Elsevier. 2008. « Évaluation des muscles paravertébraux chez le lombalgique ». */data/revues/17790123/00010000/19/* vol 1 (19-23). <https://www.em-consulte.com/en/article/136116>.

McGill, Stuart, Sylvain Grenier, Melanie Bluhm, Richard Preuss, Susan Brown, et Caryl Russell. 2003. « Previous History of LBP with Work Loss Is Related to Lingering Deficits in Biomechanical, Physiological, Personal, Psychosocial and Motor Control Characteristics ». *Ergonomics* 46 (7): 731-46. <https://doi.org/10.1080/0014013031000090134>.

Merati, Giampiero, Stefano Negrini, Roberta Carabalona, Vittoria Margonato, et Arsenio Veicsteinas. 2004. « Trunk Muscular Strength in Pre-Pubertal Children with and without Back Pain. » *Pediatric Rehabilitation* 7 (2): 97-103. <https://doi.org/10.1080/13638490310001654754>.

Merlet, Philippe, Yves Garnier, et Mady Vinciguerra. 2004. *Le petit Larousse illustré*. Canada: Messageries ADP, 1751 Richardson, Montréal (Québec): LAROUSSE 21, Rue du montparnasse 75283 Paris cedex 06.

Moreau, Chad E., Bart N. Green, Claire D. Johnson, et Susan R. Moreau. 2001. « Isometric Back Extension Endurance Tests: A Review of the Literature ». *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics* 24 (2): 110-22. <https://doi.org/10.1067/mmt.2001.112563>.

Mueller, Juliane, Steffen Mueller, Josefine Stoll, Heiner Baur, et Frank Mayer. 2014. « Trunk Extensor and Flexor Strength Capacity in Healthy Young Elite Athletes Aged ». *Journal of Strength and Conditioning Research* 28 (5): 1328-34. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000280>.

Nagai, Takashi, John P. Abt, Timothy C. Sell, Karen A. Keenan, Nicholas C. Clark, Brian W. Smalley, Michael D. Wirt, et Scott M. Lephart. 2015. « Lumbar Spine and Hip Flexibility and Trunk Strength in Helicopter Pilots with and without Low Back Pain History. » *Work (Reading, Mass.)* 52 (3): 715-22. <https://doi.org/10.3233/WOR-152192>.

Office fédéral de la statistique. 2017. « Etat de santé général ». Etat de santé général. 2017.<https://www.bfs.admin.ch/bfs/fr/home/statistiken/gesundheit/gesundheitszustand/allgemeiner.html>.

Pope, M. H., T. Bevins, D. G. Wilder, et J. W. Frymoyer. 1985. « The Relationship between Anthropometric, Postural, Muscular, and Mobility Characteristics of Males Ages 18-55 ». *Spine* 10 (7): 644-48. <https://doi.org/10.1097/00007632-198509000-00009>.

Shaneyfelt, Terry. 2013. *Fixed Effects and Random Effects Models*. <https://www.youtube.com/watch?v=Vb0GvznHf8U>.

Shirado, O, T Ito, K Kaneda, et TE Strax. 1995. « Concentric and eccentric strength of trunk muscles: influence of test postures on strength and characteristics of patients with chronic low-back pain ». *Archives of physical medicine and rehabilitation* 76 (7): 604-611. [https://doi.org/10.1016/s0003-9993\(95\)80628-8](https://doi.org/10.1016/s0003-9993(95)80628-8).

Shirado, O., K. Kaneda, et T. Ito. 1992. « Trunk-Muscle Strength during Concentric and Eccentric Contraction: A Comparison between Healthy Subjects and Patients with Chronic Low-Back Pain. » *Journal of Spinal Disorders* 5 (2): 175-82. <https://doi.org/10.1097/00002517-199206000-00005>.

Simbala, Marcia, Camila Ksaveria Czaikoski, Fernanda Maria Cercal Eduardo, Auristela Duarte Lima Moser, et Rafaella Stradiotto Bernardelli. 2015. « The Trunk Extensor Flexor Relationship in Men and Women by Isokinetic Dynamometry. » *Manual Therapy, Posturology & Rehabilitation Journal* 13 (juillet): 329. <https://doi.org/10.17784/mtprehabjournal.2015.13.329>.

Straus, S.E. 2011. *Evidence-Based Medicine: How to Practice and Teach EB*. 4^e éd. Edinburgh: Elsevier Churchill Livingstone.

Suzuki, N., et S. Endo. 1983. « A Quantitative Study of Trunk Muscle Strength and Fatigability in the Low-Back-Pain Syndrome ». *Spine* 8 (1): 69-74. <https://doi.org/10.1097/00007632-198301000-00012>.

Szpala, Agnieszka, Alicja Rutkowska-Kucharska, Jarosław Drapała, et Krzysztof Brzostowski. 2011. « Choosing the Right Body Position for Assessing Trunk Flexors and Extensors Torque Output ». *Human Movement* 12 (1). <https://doi.org/10.2478/v10038-011-0005-y>.

The Cochrane Collaboration. 2005. « Glossary of Terms in The Cochrane Collaboration ».

Voisin, P., et Jacques Vanvelcenaher. 2001. « General principles and practicalities of spinal isokinetic evaluation, Baselines ». *Isokinetics and spine*, janvier, 7-17.

Waddell, G. 1987. « 1987 Volvo Award in Clinical Sciences. A New Clinical Model for the Treatment of Low-Back Pain ». *Spine* 12 (7): 632-44. <https://doi.org/10.1097/00007632-198709000-00002>.

Wagner, H., C. Puta, C. Anders, A. Petrovitch, N. Schilling, et H.C. Scholle. 2009. « Chronischer unspezifischer Rückenschmerz ». *Manuelle Medizin* 47 (1): 39-51. <https://doi.org/10.1007/s00337-009-0663-4>.

Walker, Brad. 2013. *Anatomie du stretching*. France: Budo.

Wieser, Simon, Bruno Horisberger, Sara Schmidhauser, Claudia Eisenring, Urs Brügger, Andreas Ruckstuhl, Jürg Dietrich, et al. 2011. « Cost of Low Back Pain in Switzerland in 2005 ». *The European Journal of Health Economics* 12 (5): 455-67. <https://doi.org/10.1007/s10198-010-0258-y>.

Yahia, Abdelmoneem, Salma Jribi, Sameh Ghroubi, Mohamed Elleuch, Sofiène Baklouti, et Mohamed Habib Elleuch. 2011. « Evaluation of the Posture and Muscular Strength of the Trunk and Inferior Members of Patients with Chronic Lumbar Pain ». *Joint Bone Spine* 78 (3): 291-97. <https://doi.org/10.1016/j.jbspin.2010.09.008>.

Yoo, J.-H., S.-E. Kim, M.-G. Lee, J.-J. Jin, J. Hong, Y.-T. Choi, M.-H. Kim, et Y.-S. Jee. 2014. « The Effect of Horse Simulator Riding on Visual Analogue Scale, Body Composition and Trunk Strength in the Patients with Chronic Low Back Pain. » *International Journal of Clinical Practice* 68 (8): 941-49. <https://doi.org/10.1111/ijcp.12414>.

Zouita Ben Moussa, A, S Zouita, FZ Ben Salah, DG Behm, et A Chaouachi. 2020. « Isokinetic trunk strength, validity, reliability, normative data and relation to physical performance and low back pain: a review of the literature ». *International Journal of Sports Physical Therapy* 15 (1): 160-74.

7 Liste des Figures

Figure 1 : fléchisseurs puissants du tronc (Kapandji A.I.).....	6
Figure 2 : extension du rachis lombal (Kapandji A.I.).....	7
Figure 4 : Flow Chart (Beer O. et Zellweger A.).....	19
Figure 5 : Forest Plot 1.....	22
Figure 6 : Forest Plot 2.....	23
Figure 7 : Graph risk of bias	X
Figure 8 : Summary risk of bias.....	X

8 Annexe

8.1 Tableaux descriptifs des études

Isokinetic trunk muscle performance in pre-teens and teens with and without back pain		
J.-C Bernard ; S.Boudokhane ; A Pujol ; E Chaléat-Valayer ; G. Le Blay ; J. Deceuninck		2014
Design	Retrospective cohort study	
Participants	Les 40 participants se composent de deux groupes : un groupe de pré-adolescents et d'adolescents souffrant de lombalgies et un groupe de contrôle, tous les sujets étant âgés de 11 à 16 ans.	
Appareil isocinétique	Cybex Norm	
Bût de l'étude	Évaluer la force et l'endurance des muscles fléchisseurs et extenseurs de la colonne vertébrale chez les pré-adolescents ou les adolescents avec et sans lombalgie avec un dynamomètre isocinétique.	

Influence de la position de test sur l'évaluation isocinétique lombaire		
P. Cohen ; A. Chantraine ; C. Gobelet ; J.L. Ziltener		2002
Design	Case control study	
Participants	37 participants entre 20 et 60 ans ont participé à cette étude, 19 sujets lombalgiques chroniques en phase subaigue et 18 sujets sains. Les patients lombalgiques étaient tous connus pour une symptomatologie d'une durée supérieure à 6 mois. Tous les patients ont été examinés et suivis à l'hôpital de Gravelone à Sion. Les membres du personnel soignant ont servi de groupe control.	
Appareil isocinétique	Kin-Trex 1000	
Bût de l'étude	Évaluer l'influence de la position de test sur les mesures avec un appareil isocinétique chez les sujets lombalgique.	

Comparison between isokinetic dynamometer and therapeutic ball exercises in chronic low-back pain of mechanical origin		
Cintia Domingues de Freitag ; Julia Maria D’Andrea Greve		2008
Design	Randomized control trial	
Participants	19 participants avec des douleurs chronique dorsales ont été divisé en deux groupes. La moyenne d’âge est à 37.9 ± 11.2 . Les participants étaient tous patients à l’hôpital universitaire à Sao Paulo.	
Appareil isocinétique	Cybex 6000	
Bût de l’étude	Évaluer les effets des exercices de renforcement du tronc sur les lombalgies chroniques et mécaniques et à comparer l'utilisation du dynamomètre isocinétique et du ballon thérapeutique (Swiss-Ball).	

Trunk Strength Characteristics of Elite Alpine Skiers – A Comparison with Physically Active Controls		
Carilin Hildebrandt ; Lisa Müller ; Christian Heisse ; Christian Raschner		2017
Design	Case control study	
Participants	109 skieurs alpins d’élite de l’équipe nationale de l’Autriche, qui participent aux disciplines de vitesse et de technique de la Fédération internationale de ski (FIS). L’âge moyen est à 22.1 ± 3.6 . Le groupe control est composé de 47 étudiants de science du sport avec une moyenne d’âge à 23.3 ± 2.1 .	
Appareil isocinétique	CON-TREX TP 1000	
Bût de l’étude	Afin de déterminer des programmes d’entrainements spécifiques et adaptés, une comparaison de la capacité de force du tronc et des rapports entre la flexion et extension du tronc chez les skieurs alpins d’élite a été effectué.	

Trunk Muscle Weakness as a Risk Factor for Low Back Pain		
Joon-Hee Lee ; Yuicbi Hoshino ; Kozo Nakamura ; Yusei Kariya ; Kazuo Saita ; Kuniomi Ito		1999
Design	Prospective cohort study	
Participants	67 participants avec un âge moyen à 17 ± 2 ans qui n'ont jamais été traités pour des douleurs de dos	
Appareil isocinétique	Cybex	
Bût de l'étude	Déterminer une faiblesse musculaire comme risque de douleurs lombaires chez des sujets asymptomatiques	

Trunk muscular strength in pre-pubertal children with an without back pain		
Giampiero Merati ; Stefano Negrini ; Roberta Carabalona ; Vittoria Margonato ; Arsenio Veicsteinas		2004
Design	Cross-sectional study	
Participants	144 enfants choisis au hasard parmi toute la population du district scolaire (étudié par IBS) L'âge moyen été à 11.9 ± 0.3 .	
Appareil isocinétique	Cybex Norm, Lumex, USA	
Bût de l'étude	Il n'y a que peu d'études sur la relation de la force musculaire et les douleurs dorsales chez les pré-pubères. Le but de cette étude est d'évaluer la force musculaire chez des enfants avec et sans douleurs de dos.	

Trunk Extensor and Flexor Strength Capacity in Healthy Young Elite Athletes Aged 11-15 years		
Juliane Mueller ; Steffen Mueller ; Josefine Stroll ; Heiner Baur ; Frank Mayer		2014
Design	Cross-sectional study	
Participants	520 enfants entre 11 et 15 ans de l'école fédérale de Brandenburg en Allemagne. Une école spéciale pour des futures athlètes d'élite.	
Appareil isocinétique	CON-TREX TP 1000	
Bût de l'étude	Évaluer la capacité de force chez des jeunes athlètes en bonne santé en fonction de leur âge et du sexe.	

Lumbar spine and hip flexibility and trunk strength in helicopter pilots with and without low back pain history		
Takashi Nagai ; John P. Abt ; Timothy C. Sell ; Karen A. Keenan ; Nicholas C. Clark ; Brian W. Smalley ; Michael D. Wirt ; Scott M. Lephart		2015
Design	Cross-sectional study	
Participants	60 pilotes d'hélicoptère entre 18 et 55 ans avec ou sans douleurs de dos. Les pilotes ont été en service actif d'une unité de combat.	
Appareil isocinétique	Biodex Multi-Joint Sytem 3 Pro	
Bût de l'étude	Comparer la colonne lombaire, la mobilité de la hanche et la force musculaire du tronc chez les pilotes avec et sans douleurs de dos	

Evaluation of the posture and muscular strength of the trunk and inferior members of patients with chronic lumbar pain		
Abdelmoneem Yahia ; Salma Jribi ; Sameh Ghroubi ; Mohamed Elleuch ; Sofiène Baklouti ; Mohamed Habib Elleuch		2011
Design	Case-control study	
Participants	30 patients entre 20 et 55 ans avec des douleurs de dos chroniques du centre de réhabilitation à Habib Bourguiba, Tunisie. Le groupe control a également 30 participants et est composé par des membres du personnel de la réhabilitation, également entre 20 et 55 ans.	
Appareil isocinétique	Cybex Norm Medimex 2	
Bût de l'étude	L'examen du profil postural et des forces musculaires du tronc et des membres inférieurs de participants souffrant de lombalgies, comparé avec un groupe control en bonne santé.	

The effect of horse simulator riding on visual analogue scale, body composition and trunk strength in the patients with chronic low back pain		
J.-H. Yoo ; S.-E. Kim ; M.-G. Lee ; J.-J. Jin ; J. Hong ; Y.T. Choi ; M.-H. Kim ; Y.-S. Jee		2014
Design	Randomized control trial	
Participants	80 participants entre 20 et 30 ans ont été recruté comme volontaire à l'hôpital universitaire Hanseo. Division randomisée en deux groupes (horse riding et control)	
Appareil isocinétique	HUMAC / NORM Testing & Rehabilitation System	
Bût de l'étude	Evaluer l'effet de l'équitation sur les douleurs de dos, la composition corporelle et la force musculaire du tronc chez les participants atteints de douleurs dorsales chroniques.	

8.2 Tableau descriptif des résultats

Étude	Participants	Sexe et N°	Ratio F/E			
			30°/sec SD SE	60°/sec SD SE	90°/sec SD SE	120°/sec SD SE
Bernard 2014	lbp	M/W (20)		0.840 0.250 0.056	0.880 0.260 0.058	0.900 0.260 0.058
	no lbp	M/W (20)		0.720 0.140 0.031	0.720 0.130 0.029	0.780 0.180 0.040
Cohen 2002	lbp	M/W (19)		1.560 0.758 0.174		
	no lbp	M/W (18)		0.841 0.220 0.052		
De Freitas et al. 2008	lbp	M (12)				1.650 0.248 0.072
		W (7)				1.820 0.233 0.088

Étude	Participants	Sexe et N°	Ratio F/E			
			30°/sec SD SE	60°/sec SD SE	90°/sec SD SE	120°/sec SD SE
Hildebrandt 2017	no lbp	M (21)		0.570 0.120 0.026		
		M atleet (53)		0.540 0.090 0.012		
		W (26)		0.570 0.120 0.024		
		W athlète (56)		0.540 0.070 0.009		
Lee 1999	lbp	M (8)		1.040 0.270 0.095		
		W (10)		1.299 0.190 0.060		
	no lbp	M (22)		0.813 0.280 0.060		
		W (27)		1 0.160 0.031		
Nagai et al. 2015	lbp	M (30)		0.666 0.330 0.060		
	no lbp	M (30)		0.571 0.420 0.077		
Merati 2004	lbp	M (33)		0.937 0.165 0.029	1.107 0.286 0.050	1.160 0.304 0.053
		W (40)		0.960 0.232 0.037	1.125 0.250 0.040	1.175 0.357 0.056
	no lbp	M (44)		0.850 0.282 0.043	0.929 0.268 0.040	0.960 0.239 0.036
		W (27)		1 0.179 0.034	1.072 0.357 0.069	1.393 0.714 0.137

Étude	Participants	Sexe et N°	Ratio F/E			
			30°/sec SD SE	60°/sec SD SE	90°/sec SD SE	120°/sec SD SE
Mueller 2014	no lbp	M (233)		0.690 0.150 0.010		
		W (144)		0.730 0.180 0.015		
Yahia 2010	lbp	M/W (30)		1.400 0.300 0.005	1.400 0.400 0.073	
	no lbp	M/W (30)		0.800 0.400 0.073	0.800 0.090 0.016	
Yoo 2014	lbp	M (23)	1.101 0.129 0.027			

8.3 Codes de recherche

Pubmed : ((ratio[tiab]) OR (quotient[tiab]) OR (proportion[tiab]) OR (relation[tiab]) OR (difference[title])) AND ((erector spinae) OR (trunk muscle) OR (trunk muscles) OR (rectus abdom*) OR (back muscle) OR (back muscles) OR (paraspinal muscles) OR (paraspinal muscle) OR (spinal muscle) OR (spinal muscles) OR (extension-flexion AND (trunk OR spine OR spinal OR lumbar OR back))) AND ((isokinetic) OR (biodex) OR (con-trex) OR (kin-com) OR (dynamometer) OR (test) OR (assessment) OR (evaluation)) AND ((force[tiab]) OR (torque[tiab]) OR (Nm[tiab]) OR (Newton[tiab] Meter[tiab]) OR (Power[tiab]) OR (strength[tiab]))

Cochrane : (((ratio:ti,ab) OR (quotient:ti,ab) OR (proportion:ti,ab) OR (relation:ti,ab) OR (difference:ti)) AND (("erector spinae") OR ("trunk muscle") OR ("trunk muscles") OR ("rectus abdom*") OR ("back muscle") OR ("back muscles") OR ("paraspinal muscles") OR ("paraspinal muscle") OR ("spinal muscle") OR ("spinal muscles") OR (extension-flexion AND (trunk OR spine OR spinal OR lumbar OR back))) AND ((isokinetic) OR (biodex) OR (con-trex) OR (kin-com) OR (dynamometer) OR (test) OR (assessment) OR (evaluation)) AND ((force:ti,ab) OR (torque:ti,ab) OR (Nm:ti,ab) OR ("Newton Meter":ti,ab) OR (Power:ti,ab) OR (strength:ti,ab))))

8.4 AXIS-Tool

Introduction

1. Were the aims of the study clear?

Methods

2. Was the study design appropriate for the stated aim(s)?
3. Was the sample size justified?
4. Was the target/reference population clearly defined? (Is it clear who the research was about?)
5. Was the sample frame taken from an appropriate population base so that it closely represented the target/ reference population under investigation?
6. Was the selection process likely to select subjects/participants that were representative of the target/reference population under investigation?
7. Were measures undertaken to address and categorise non-responders?
8. Were the risk factor and outcome variables measured appropriate to the aims of the study?
9. Were the risk factor and outcome variables measured correctly using instruments/measurements that had been trialled, piloted or published previously?
10. Is it clear what was used to determine statistical significance and/or precision estimates? (eg, p values, CIs)
11. Were the methods (including statistical methods) sufficiently described to enable them to be repeated?

Results

12. Were the basic data adequately described?
13. Does the response rate raise concerns about non-response bias?
14. If appropriate, was information about non-responders described? Were the results internally consistent?
15. Were the results for the analyses described in the methods, presented?

Discussion

16. Were the authors' discussions and conclusions justified by the results?
17. Were the limitations of the study discussed?

Other

18. Were there any funding sources or conflicts of interest that may affect the authors' interpretation of the results?
19. Was ethical approval or consent of participants attained?

8.5 Résultats risque de biais

8.5.1 Graph

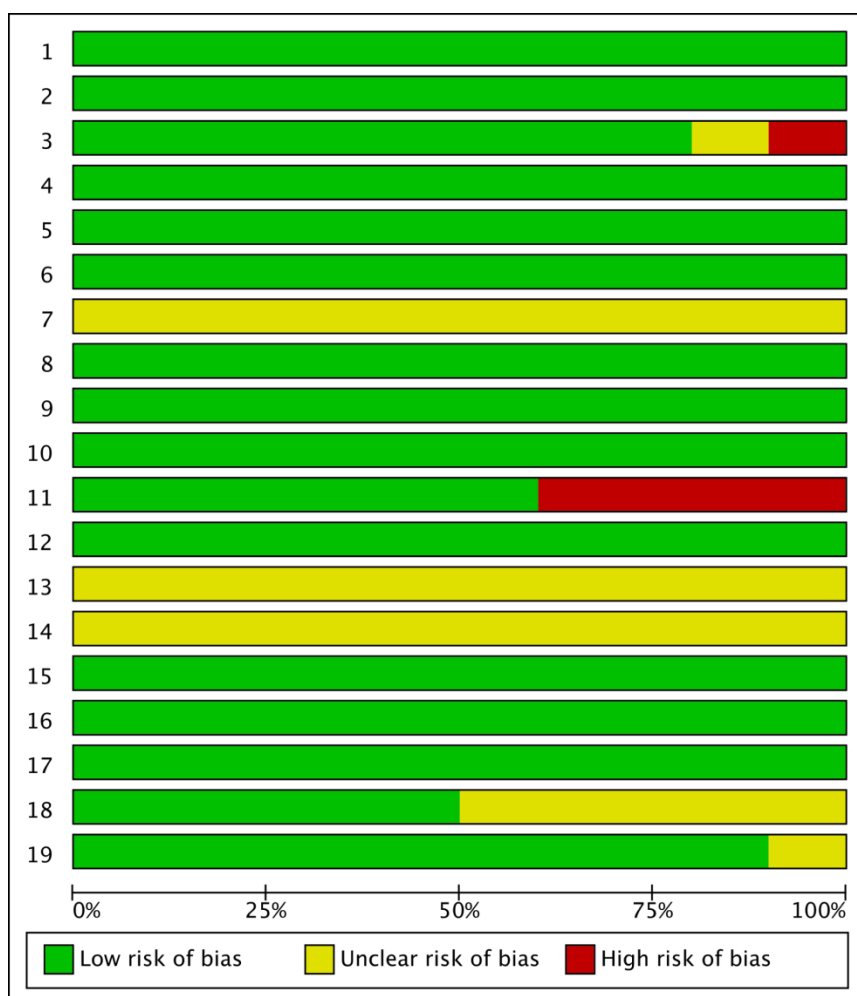


Figure 6 : Graph risk of bias

8.5.2 Summary

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Bernard2014	+	+	?	+	+	+	?	+	+	+	+	+	?	?	+	+	+	+	+
Cohen2002	+	+	+	+	+	+	?	+	+	+	-	+	?	?	+	+	+	?	?
DeFreitas2008	+	+	+	+	+	+	?	+	+	+	-	+	?	?	+	+	+	+	+
Hildebrandt2017	+	+	+	+	+	+	?	+	+	+	+	+	?	?	+	+	+	+	+
Lee1999	+	+	-	+	+	+	?	+	+	+	+	+	?	?	+	+	+	?	+
Merati2004	+	+	+	+	+	+	?	+	+	+	-	+	?	?	+	+	+	+	+
Mueller2014	+	+	+	+	+	+	?	+	+	+	+	+	?	?	+	+	+	?	+
Nagai2015	+	+	+	+	+	+	?	+	+	+	-	+	?	?	+	+	+	?	+
Yahia2010	+	+	+	+	+	+	?	+	+	+	+	+	?	?	+	+	+	+	+
Yoo2014	+	+	+	+	+	+	?	+	+	+	+	+	?	?	+	+	+	?	+

Figure 7 : Summary risk of bias