



Institut Régional de Formation aux Métiers de la Rééducation et Réadaptation

Pays de la Loire.

54, rue de la Baugerie – 44230 SAINT-SÉBASTIEN SUR LOIRE

La force des muscles de la hanche et le risque d'entorse latérale de cheville dans la population sportive : revue systématique

Maxime ROY

Mémoire UE28

Semestre 10

Année scolaire : 2021-2022

REGION DES PAYS DE LA LOIRE



AVERTISSEMENT

Les mémoires des étudiants de l'Institut Régional de Formation aux Métiers de la Rééducation et de la Réadaptation sont réalisés au cours de la dernière année de formation MK.

Ils réclament une lecture critique. Les opinions exprimées n'engagent que les auteurs. Ces travaux ne peuvent faire l'objet d'une publication, en tout ou partie, sans l'accord des auteurs et de l'IFM3R.

Remerciements

Je remercie mon directeur de mémoire pour son accompagnement dans ce projet.

Je remercie ma famille et mes proches pour leurs soutiens et leurs participations à la réalisation de ce mémoire.

Résumé

Introduction : L'entorse latérale de cheville est une pathologie très courante dans la population et particulièrement dans le milieu sportif. Différents liens existent entre la pathologie et certains facteurs pouvant expliquer l'apparition de cette blessure. Les muscles de la hanche et l'articulation de la cheville semblent être en lien. L'objectif de cette revue est de déterminer si la force des muscles de la hanche est un facteur de risque d'entorse latérale de cheville.

Matériel et Méthodes : La revue systématique a été réalisée en février 2022. Les bases de données PubMed et Science Direct ont été utilisées pour l'inclusion des études. Les études incluses devaient évaluer la force des muscles de la hanche avant le suivi de l'exposition à la blessure. La population des études devait être sportive et les études devaient présenter des résultats sur l'entorse latérale de cheville.

Résultats : Trois articles ont été retenus dans cette revue. Il semble qu'il y ait un lien entre la force des muscles de la hanche et l'entorse latérale de cheville. Une diminution de la force apparaîtrait comme un facteur de risque d'entorse latérale de cheville. Les muscles abducteurs de hanche et extenseurs de hanche semblent être les groupes musculaires concernés.

Discussion : Différents biais viennent nuancer les résultats. Il semblerait qu'une association existe entre la force des muscles de la hanche et l'entorse latérale de cheville existe. Seulement, des études plus rigoureuses dans la qualité de l'inclusion de la population sont nécessaires pour introduire la notion de facteur de risque.

Mots-clés : Entorse latérale de cheville ; Facteur de risque ; Force ; Muscles de la hanche.

Abstract

Introduction: Lateral ankle sprain is a very common injury in the population, in particularly in sports. Various relationships exist between the injury and factors that may explain the apparition of this injury. Hip muscles and ankle joint seem to be associated. The aim of this review is to determine if hip muscles strength is a risk factor of lateral ankle sprain.

Matériel & Methods: The systematic review was conducted in February 2022. PubMed and Science Direct were used for inclusion of studies. The included studies were required to assess hip muscle strength before the follow-up of injury exposure. The population of the studies had to be sportive, and the studies had to present results on lateral ankle sprain.

Results: Three articles were included in this review. It seems to have an association between hip muscles strength and lateral ankle sprain. Decreased strength appears to be a risk factor for lateral ankle sprain. The hip abductor and hip extensor muscles appear to be the muscle groups affected.

Discussion: The results are qualified by various biases. An association seems to exist between hip muscles strength and lateral ankle sprain. However, more rigorous studies in the quality of the inclusion of the population are necessary to introduce the notion of risk factor.

Key words : Hip muscles ; Lateral ankle sprain ; Risk factor ; Strength.

Sommaire

1	INTRODUCTION	1
2	CADRE CONCEPTUEL	2
2.1	LA CHEVILLE	2
2.2	L'ENTORSE DE CHEVILLE	5
2.3	FACTEURS DE RISQUE	8
2.4	FORCE MUSCULAIRE	10
2.5	LES MUSCLES DE LA HANCHE	12
3	DEMARCHE DE QUESTIONNEMENT	15
4	MATERIEL ET METHODES	16
4.1	STRATEGIE DE RECHERCHE	16
4.2	SELECTION DES ARTICLES	19
5	RESULTATS	20
5.1	ARTICLES INCLUS	21
5.2	CARACTERISTIQUES DES ETUDES INCLUSES	21
6	DISCUSSION	29
6.1	LIMITES DES ARTICLES INCLUS	30
6.2	LIMITES DE LA REVUE SYSTEMATIQUE	31
6.3	L'INTERET DES FACTEURS DE RISQUE	36
6.4	LE ROLE DES MUSCLES DE LA HANCHE	37
6.5	LA PREVENTION DE L'ENTORSE LATERALE DE CHEVILLE	38
7	CONCLUSION	41
	BIBLIOGRAPHIE	
	ANNEXES	

Liste des abréviations

IC	Intervalle de Confiance
ROAST	Ankle Consortium Rehabilitation-Oriented ASsessment
FP	Flexion Plantaire
N.m	Newtonmètre
Kg	Kilogramme
BW	Body-Weight
HT	Body-Height
OR	Odds Ratio
HR	Hazard Ratio
IMC	Indice de Masse Corporelle
NOS	Newcastle-Ottawa Scale
ELC	Entorse Latérale de Cheville

Liste des tableaux et des figures

<i>Tableau I - Classification de Malliaropoulos 2006</i>	8
<i>Tableau II - Critères PICO(S)</i>	17
<i>Tableau III - Traduction des mots-clés</i>	18
<i>Tableau IV - Équations de recherche selon les bases de données</i>	19
<i>Tableau V - Articles inclus dans la revue de littérature</i>	21
<i>Tableau VI - Caractéristiques des études incluses dans la revue</i>	22
<i>Tableau VII - Population de la revue systématique</i>	24
<i>Tableau VIII - Critères d'exclusions des participants dans les études</i>	24
<i>Tableau IX - Tests de force avant le début de saison selon les articles</i>	25
<i>Tableau X - Comparaison des groupes et standardisation de la force dans les articles inclus</i>	27
<i>Tableau XI - Résultats des études incluses</i>	29
<i>Figure 1 - Vue latérale et antérieure de la cheville (13)</i>	3
<i>Figure 2 - Vue postérieure et antérieure de la hanche et de la cuisse (43)</i>	13
<i>Figure 3 - Diagramme de flux PRISMA</i>	20

1 Introduction

L'entorse de cheville est une pathologie dotée d'une fréquence très importante dans la population générale, en particulier dans la population sportive (1,2). Dans plus de 80% des lésions des ligaments de la cheville, une atteinte latérale est retrouvée (3). Cette blessure possède un caractère très récidivant pouvant aller jusqu'à 40% (1). Aussi, de nombreuses gênes fonctionnelles peuvent persister par la suite avec la présence de douleur ou encore d'instabilité pour près d'un patient sur deux (4,5).

Au regard de ces données, le pronostic sur le long terme après une première entorse de cheville ne semble pas optimal. Il paraît important d'éviter la première entorse de cheville. Afin de répondre à cela, la recherche des facteurs prédisposants menant à cette lésion semble devenir nécessaire. Certains facteurs de risque sont connus, mais dans les recherches scientifiques actuelles, il est indiqué que des études supplémentaires doivent être menées afin de déterminer si d'autres éléments peuvent s'avérer être des facteurs prédisposants à l'entorse latérale de cheville (5). C'est le cas des muscles de la hanche, éléments structurels impliqués dans la cinématique de cheville (6).

La principale étiologie de l'entorse latérale de cheville (ELC) correspond à un mauvais positionnement du pied à l'atterrissage (7). La cheville étant l'extrémité distale du membre inférieur, celle-ci est dépendante du positionnement des articulations sus-jacentes. Ce sont les muscles proximaux qui jouent un rôle dans le déplacement de l'ensemble du membre inférieur avec leur action sur l'articulation de la hanche. La cinématique au niveau de la cheville et les contraintes exercées sur cette dernière seront donc modifiées lors de l'appui au sol, si le membre inférieur est en abduction, en flexion ou en adduction (8).

La force musculaire est une des caractéristiques pour déterminer l'efficacité de l'action d'un muscle (9). Les recherches sur la force des muscles de la hanche dans les pathologies des membres inférieurs semblent révéler une implication de ceux-ci. Des études concluent de manière générale sur l'implication de la force des muscles de la hanche dans les blessures du membre inférieur de manière globale (10). À travers le rôle des muscles de la hanche sur l'articulation de la cheville, une précision sur leur implication dans l'entorse latérale de cheville semble pertinente.

2 Cadre conceptuel

2.1 La cheville

La cheville, disposée entre le segment jambier et le pied, est composée de deux articulations selon Dufour (11). L'articulation tibio-fibulaire inférieure est une syndesmose et l'articulation talo-crurale est une ginglyme associant la fibula, le tibia et le talus (11). D'autres auteurs, comme Fong, ajoute une troisième articulation à ce complexe : l'articulation subtalaire. Ces trois articulations fonctionnent de façon synchronisée lors des mouvements de la cheville (7).

Pour Dufour, la fonction de la cheville est double. Elle occupe un rôle de charnière entre le pied et la jambe ainsi qu'un rôle de répartition des contraintes transmises vers l'avant et l'arrière-pied (11).

2.1.1 Articulations du complexe de la cheville

2.1.1.1 Articulation talo-crurale

L'articulation talo-crurale est composée des parties distales des deux os du segment jambier, la fibula et le tibia, ainsi que la trochlée du talus. Les surfaces articulaires sont concordantes et non-congruentes (11). Il s'agit d'une articulation de type ginglyme permettant un degré de liberté, entraînant des mouvements seulement dans le plan sagittal. Cette articulation se comporte comme une charnière et permet les mouvements de flexion dorsale et de flexion plantaire (7). Le talus possède une partie antérieure plus conséquente que la partie postérieure, ce qui entraîne une amplitude de mouvement plus importante dans un sens, celui de la flexion plantaire.

2.1.1.2 Articulation tibio-fibulaire inférieure

L'articulation tibio-fibulaire inférieure est une syndesmose sans cartilage hyalin formée par les parties distales du tibia et de la fibula. Ce type d'articulation permet des rapprochements et des écartements des deux os. Elle est en rapport fonctionnel avec l'articulation tibio-fibulaire supérieure (11). La membrane interosseuse entre les deux os stabilise cette articulation (7).

2.1.1.3 Articulation subtalaire ou sous-talienne

L'articulation subtalaire est située au niveau de l'arrière du pied, entre le talus et le calcanéus. L'interligne formée par ces deux os est couramment appelée « interligne en ligne

brisée » en raison de sa conformité et de ses deux compartiments antérieur et postérieur. Ceux-ci forment une double trochoïde inversée permettant de faibles mouvements d'ajustement de l'arrière-pied par rapport au sol, afin de privilégier la stabilité (11). Cette articulation permet les mouvements d'inversion et d'éversion du complexe de la cheville (7).

2.1.2 Stabilité passive

La stabilité passive de la cheville est assurée par de nombreux ligaments (*figure 1*). Les ligaments situés autour du complexe de la cheville peuvent être divisés en trois groupes selon leur position : les ligaments latéraux, le ligament deltoïde au niveau médial et les ligaments tibio-fibulaire de la syndesmose entre les extrémités distales de la fibula et du tibia (12). Cette revue s'intéresse à l'entorse latérale de cheville, seul le complexe ligamentaire latéral sera développé.

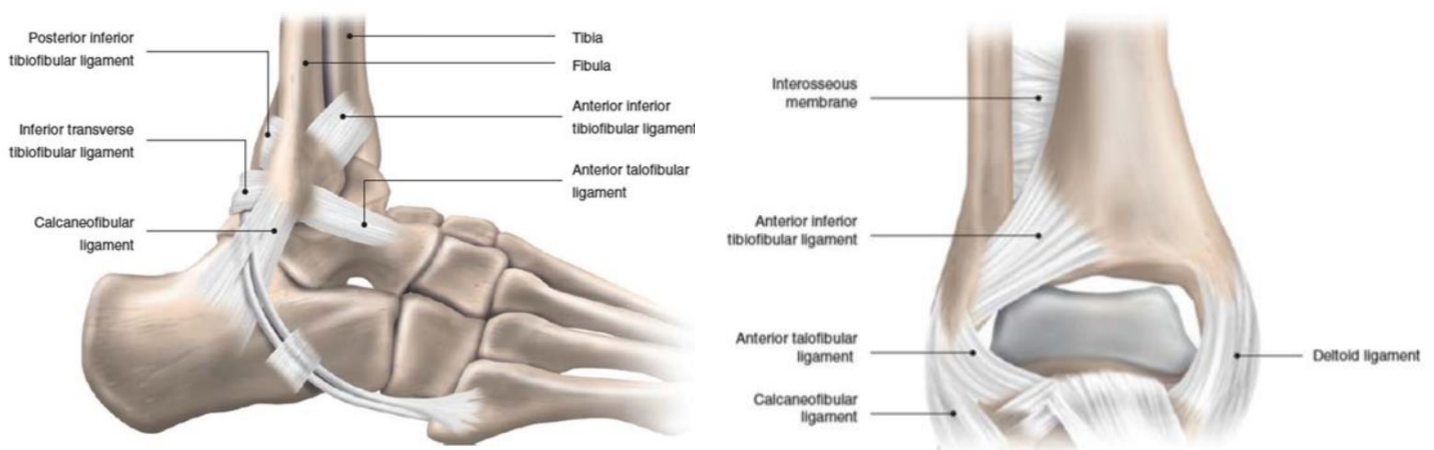


Figure 1 - Vue latérale et antérieure de la cheville (13)

2.1.2.1 Ligament collatéral latéral

Le ligament collatéral latéral de la cheville est constitué du ligament talo-fibulaire antérieur, du ligament calcanéofibulaire et du ligament talo-fibulaire postérieur (12). Le ligament talo-fibulaire antérieur va du bord antérieur de la malléole latérale au talus (13). Il joue un rôle important pour limiter le tiroir antérieur du talus et s'oppose également à la flexion plantaire de cheville. Ce ligament, étroitement lié à la capsule articulaire, est séparé en deux bandes distinctes. La partie supérieure du ligament est tendue en flexion plantaire et détendue en flexion dorsale. La partie inférieure se comporte à l'inverse. Ces deux parties sont tendues lors du tiroir antérieur du talus (12). Le ligament calcanéofibulaire est attaché sur la malléole latérale et descend en arrière et en bas sur le tubercule de la face latérale du calcaneus (13). Il est relâché en position de valgus et se tend en varus de cheville. Cette

description anatomique peut expliquer qu'il existe des blessures sans mouvement de flexion dorsale ou de flexion plantaire au niveau de la cheville (12). Le ligament talo-fibulaire postérieur se dirige horizontalement de la partie postéro-médiale de la malléole latérale vers le processus postérieur du talus (13). Il est mis en tension lors de la flexion dorsale de cheville, il est détendu en position neutre et en flexion plantaire (12).

2.1.3 Biomécanique de la cheville

Selon Dufour, l'articulation talo-crurale est responsable des mouvements de flexion dorsale et plantaire de la cheville dans le plan sagittal. Ces mouvements ne sont en réalité pas dans le plan sagittal strict puisqu'il s'effectue autour de l'axe bimalléolaire oblique vers le dehors, l'arrière et le bas. L'amplitude de flexion dorsale est moindre par rapport à la flexion plantaire, la conformité du talus avec une partie antérieure plus large explique en partie cette différence (11).

L'articulation talo-crurale s'associe à l'arrière-pied sur le plan fonctionnel, ce qui entraîne des mouvements dans le plan frontal et dans le plan transversal (11). Cette association engendre des mouvements combinés appelés inversion et éversion (11).

2.1.3.1 Flexion plantaire et flexion dorsale

Ce mouvement est réalisé autour de l'axe bimalléolaire, oblique en dehors, en bas et en arrière. En réalité, comme dans beaucoup de mouvements, cet axe évolue au cours du mouvement mais il s'agit du repère couramment utilisé (11).

La flexion dorsale est le mouvement dans lequel la face dorsale du pied se rapproche de la face antérieure de la jambe. L'amplitude de mouvement se situe en moyenne à 20° (14).

La flexion plantaire est le mouvement dans lequel le pied tend à s'aligner dans le prolongement de la jambe (sens opposé de la flexion dorsale). L'amplitude de mouvement est estimée à 40° (11).

2.1.3.2 Inversion et éversion

Les mouvements d'inversion et d'éversion sont le résultat fonctionnel de l'union de l'arrière-pied à la talo-crurale. Ces mouvements sont réalisés selon l'axe subtalaire aussi appelé axe de Henké, orienté en haut, en dedans et en avant (11).

Le mouvement d'inversion est une association de trois mouvements qui sont : la supination ou rotation latérale, l'adduction du pied ainsi que la flexion plantaire de cheville. Ce mouvement entraîne le cinquième rayon vers le bas et le dedans. Un varus de l'arrière-pied est retrouvé lors ce mouvement. Le mouvement d'éversion est composé de la pronation, aussi appelée rotation médiale, de l'abduction du pied et de la flexion dorsale de cheville. Ce mouvement entraîne le cinquième rayon vers le haut et le dehors. Un valgus de l'arrière-pied est retrouvé lors de ce mouvement d'éversion.

La partie distale de la fibula, appelée malléole latérale, descend plus bas que la malléole tibiale, ce qui entraîne une limitation dans le mouvement d'éversion. Cette caractéristique anatomique entraîne une amplitude d'inversion plus importante que celle de d'éversion. Ce facteur semblerait être une explication supplémentaire à la fréquence des mécanismes d'entorse en inversion comparée à ceux en éversion (7).

2.2 L'entorse de cheville

2.2.1 Épidémiologie

L'entorse de cheville est une des pathologies musculo-squelettique la plus courante (2). En France, L'incidence journalière est estimée à 1 cas sur 10000 habitants (15), ce qui représente 6500 entorses par jour. La moitié des entorses de cheville survient lors de la pratique sportive (16). Cette blessure est la pathologie la plus fréquente dans les activités physiques et sportives (1). La répartition de la blessure est équivalente entre les deux sexes, le nombre d'entorses recensé est presque identique chez la population masculine et la population féminine, même si la femme présente un risque plus élevé de subir une entorse latérale de cheville (16,17). La population étudiée au sein de cette revue portera donc sur des hommes et des femmes pratiquant une activité sportive.

L'entorse de cheville est la blessure du membre inférieur avec le taux le plus élevé de récurrence (1). En effet, ce dernier peut s'élever jusqu'à 40% (18). En plus du fort taux de récurrence, entre 32% et 74% des personnes ayant eu des antécédents d'entorses de cheville souffrent de séquelles comme la perception de douleurs, la perception d'instabilités ou des récurrences d'entorse (19). La majorité des athlètes ayant eu une entorse de cheville retournent au sport dans les 10 jours après le traumatisme, 25% à 50% rapportent de la douleur et de l'instabilité, et 45% déclarent une mauvaise récupération trois ans après (4). Il est estimé qu'environ 50% des personnes ne consultent pas un médecin après un épisode d'entorse, ce qui peut sous-

estimer l'incidence globale de cette pathologie. Ces données témoignent de la banalisation de l'entorse de cheville, qui est vue comme une simple « petite blessure » (5).

Les entorses latérales de chevilles sont associées à des coûts économiques élevés liés à la prise en charge initiale, à la rééducation et à la réduction de la productivité au travail, dû aux absences au travail entraînées par la pathologie. La combinaison entre une incidence élevée et des coûts importants témoignent des enjeux et du poids économique importants de cette pathologie (1).

2.2.2 Les entorses de cheville

Il est commun de parler de « l'entorse de cheville », mais en réalité il existe « des entorses de cheville ». Celles-ci seront différentes en fonction de la localisation de l'atteinte. En effet, en cas de lésion de la syndesmose, il s'agira d'une entorse de la syndesmose (20). Une lésion du ligament deltoïde entraînera une entorse médiale de cheville (3). Enfin, une lésion du ligament latéral aura pour finalité une entorse latérale de cheville (1).

Environ 80% des entorses sont situées au niveau des ligaments latéraux du complexe de la cheville (16,21). Dans cette revue systématique, l'attention sera portée sur l'entorse latérale de cheville.

2.2.3 Mécanisme de blessure de l'entorse latérale de cheville

L'entorse latérale de cheville est une « lésion traumatique aiguë du ligament latéral du complexe de la cheville » selon Delahunt (22). Dans une publication de l'*International Ankle Consortium Rehabilitation-Oriented Assessment* (ROAST), il est énoncé qu'il est nécessaire de suspecter une entorse latérale de cheville si le patient signale que le mécanisme de blessure implique une inversion rapide et soudaine associée à une rotation interne du complexe du pied et de la cheville (1). La position de la cheville dans le plan sagittal au moment de la lésion n'est pas une caractéristique nécessaire à la définition du mécanisme (1). Ce mécanisme de blessure est le plus fréquent lorsqu'une entorse latérale de cheville se produit (12). L'étiologie la plus fréquente lors des entorses latérales de cheville est un mauvais positionnement du pied à l'atterrissage (7). Par exemple, il est possible de retrouver cette étiologie dans certains sports comme le basket ou le volleyball où le principal facteur causant l'entorse est lorsqu'un joueur retombe sur le pied d'un autre lors de la réception (23,24).

La blessure typique implique un mouvement de flexion dorsale de la cheville, à partir d'une position de flexion plantaire, lors du premier contact avec le sol, vers une position avec le pied à plat sur le sol. Dans la plupart des cas de blessures, l'inversion se produit lorsque la cheville est en position neutre ; c'est-à-dire en absence de flexion plantaire significative. Cela confirme les études de cas d'entorses accidentelles en laboratoire qui ont révélé que la cheville était en position de flexion dorsale au moment de l'inversion maximale (23). En effet, les résultats d'études en laboratoire et d'analyse de vidéos ont indiqué que les lésions ligamentaires résultaient d'une inversion soudaine de la cheville associée à une rotation médiale de celle-ci sans flexion plantaire (23,25).

Malgré l'absence de flexion plantaire significative retrouvée dans le mécanisme de blessure, il semblerait qu'une flexion plantaire accrue au premier contact augmente la probabilité d'entorse latérale de la cheville (26). L'augmentation de l'inversion au niveau de l'articulation subtalaire, intervenant dans le mécanisme de blessure, est souvent le résultat de la position et de l'ampleur du vecteur de force exercé par la personne lors du premier contact du pied au sol (7). Or, lorsque la cheville est en flexion plantaire, le contact du pied avec le sol se produit via l'avant-pied. Cela a pour effet d'augmenter le bras de levier entre l'articulation subtalaire et le vecteur de force appliqué par la personne sur le sol, provoquant une torsion soudaine de la cheville dans le sens de l'inversion (7). La flexion plantaire semblerait pouvoir jouer un rôle dans l'apparition de l'entorse latérale de cheville mais n'est pas impliquée directement dans le pathomécanisme (1,26).

Le mécanisme de blessure peut également être défini selon l'interaction avec des facteurs extérieurs. L'entorse latérale de cheville peut être avec ou sans contact. Pour permettre de classer le mécanisme de la blessure, la notion de contact lors de l'entorse peut être définie de la manière suivante : « perturbation externe venant créer le mécanisme de blessure » (6).

2.2.4 Pathomécanisme des autres entorses de cheville

D'autres mécanismes d'entorse sont également connus. Le mécanisme en éversion entraîne une lésion du ligament deltoïde (ligament collatéral médial) de la cheville (12). Un traumatisme en flexion dorsale extrême associé à une rotation latérale de cheville est le mécanisme de blessure le plus fréquent lors de la lésion au niveau de la syndesmose (27).

2.2.5 Classification

De manière générale, les entorses de cheville sont classées en trois grades représentant une gravité croissante. Le grade 1 correspond à une entorse légère ; c'est-à-dire à une mise sous tension importante des ligaments. Le grade 2 se rapporte à des lésions ligamentaires modérées et enfin le grade 3 est défini comme une lésion ligamentaire complète (28).

La guideline de Martin réalisée en 2013 (17) propose de suivre la classification de Malliaropoulos, décrite en 2006, qui permet d'évaluer la gravité de la lésion lors de l'entorse latérale de cheville (29). Cette classification repose sur l'évaluation de plusieurs critères présentée dans le tableau I.

Tableau I - Classification de Malliaropoulos 2006

	Grade I	Grade II	Grade IIIa	Grade IIIb
Impotence fonctionnelle	x	+	+	+
Anterior Drawer Test	x	+	+ (> 3mm)	+ (< 3mm)
Talar Tilt Test	x	x	+	+
Hématome	±	+	+	+
Palpation douloureuse	x	+	+	+
Amplitude active	< de 5°	5 à 10°	> 10° en FP	> 10° en FP
Œdème par rapport côté sain	< 0,5cm	0,5 à 2cm	< 2cm	< 2cm

FP : Flexion plantaire / x : absent / + : présent

2.3 Facteurs de risque

L'Organisation Mondiale de la Santé définit comme facteur de risque, tout attribut, caractéristique ou exposition d'un sujet qui augmente le risque de développer une maladie ou de souffrir d'un traumatisme (30). C'est une association entre deux éléments, l'un des deux éléments augmentant la probabilité que l'autre se produise. Les facteurs de risque peuvent appartenir à deux catégories différentes. Il existe des facteurs de risque extrinsèques et des facteurs de risque intrinsèques. Les intrinsèques sont des facteurs liés au patient directement, comme le sexe par exemple. Les extrinsèques sont des facteurs pouvant être dissociés des patients, c'est le cas par exemple d'une caractéristique environnementale comme le type de

surface d'un terrain. Un second point essentiel décrivant un facteur de risque est son caractère modifiable. Le fait qu'un facteur soit modifiable veut dire qu'il est possible de détenir une action sur lui. L'action peut constituer un traitement préventif par exemple (5). Ce caractère modifiable rend compte de l'intérêt de connaître les facteurs de risque d'une pathologie. En détectant un facteur de risque modifiable chez un individu, il sera alors envisageable de mettre quelque chose en place afin de réduire ce facteur et donc de diminuer le risque d'avoir la pathologie.

La plupart des blessures sportives sont multifactorielle, c'est le cas de l'entorse latérale de cheville qui comporte de nombreux facteurs pouvant interférer sur l'apparition de la blessure. Un facteur n'est pas seul responsable de la survenue de la blessure, c'est seulement un facteur parmi tant d'autres (31). La taille de l'échantillon de la population étudiée est également importante et dépend fortement de la taille d'effet attendu du facteur de risque. Enfin, pour détecter des associations modérées à fortes, 20 à 50 cas de blessures semblent nécessaires et des associations petites à modérées nécessiteraient 200 cas de blessures (32).

2.3.1 Les facteurs de risque de l'entorse latérale de cheville

De nombreux facteurs de risque sont connus et étudiés concernant l'entorse latérale de cheville (1). L'antécédent d'entorse latérale de cheville semble être le facteur majeur d'entorse latérale de cheville. D'autant plus, quand il est associé à une perte de flexion dorsale, à un mauvais échauffement avant le sport et lorsqu'il n'y a pas eu de travail de rééducation neuromusculaire après la blessure (17).

Les participants des sports d'intérieurs ont plus de risque de développer une entorse latérale de cheville (2). L'entorse latérale de cheville a plus de chance de se produire dans la deuxième partie des matchs en sports collectifs comme le futsal (33).

Les femmes ont un risque plus important de subir une entorse latérale de cheville avec un ratio d'incidence 13,6 pour 1000 expositions contre 6,94 pour 1000 expositions pour les hommes (2). Les résultats pour l'indice de masse corporelle semblent divergents, des études vont dans le sens d'un léger risque augmenté et d'autres études concluent que l'indice de masse corporelle n'est pas un facteur de risque. Le risque d'entorse latérale de cheville augmente lorsque les tests de performances fonctionnelles diminuent comme le « Y Balance Test » ou le « Star Excursion Balance Test » (17).

2.4 Force musculaire

2.4.1 Généralités

La force musculaire est un élément important de la santé et de la forme physique. Elle joue un rôle primordial dans de nombreuses activités de la vie quotidienne et est le prédicteur le plus important de la fonction du muscle. La faiblesse musculaire est liée à l'incapacité. Par conséquent la force musculaire représente un grand intérêt dans la santé (34). La force musculaire représente un facteur important dans les habiletés sportives, en plus de réduire le risque de blessure (9).

La force musculaire peut être définie par la capacité du corps à produire une force sur un objet ou sur une résistance (35). La force musculaire peut être améliorée avec un entraînement musculaire régulier (9). Il existe plusieurs types de force musculaire définis selon le type de mouvement produit par la contraction musculaire. La force musculaire isométrique est observée lorsque l'activation du muscle est maintenue avec une longueur des fibres musculaires fixe. La force musculaire dynamique correspond à une activation musculaire où la longueur des fibres musculaires varie (36). La force musculaire dynamique peut être divisée en deux types d'action différente : concentrique et excentrique.

La force excentrique correspond à l'allongement du muscle tout au long de la contraction, la force produite est plus faible que la force externe appliquée sur le muscle (37). La contraction concentrique indique un raccourcissement du muscle durant sa contraction (38). La force excentrique est environ 20 à 50% supérieure par rapport à la force concentrique (39). Enfin, une combinaison des deux forces est possible, il s'agit de la pliométrie. Les exercices pliométriques désignent des mouvements explosifs où le muscle est contracté de manière excentrique puis aussitôt de façon concentrique (37).

2.4.2 Mesure de la force

L'évaluation de la force musculaire est une considération clinique importante pour les patients pouvant avoir une pathologie musculo-squelettique. Cette évaluation clinique permet de fournir une base d'informations lorsque le patient se présente initialement. Elle peut également permettre un suivi quantitatif du traitement pour en définir l'efficacité. Deux options d'outils se présentent pour mesurer quantitativement la force : les dynamomètres isocinétiques et les dynamomètres manuels (34).

Le dynamomètre isocinétique est capable de fournir plusieurs éléments de mesure de la force musculaire comme la force excentrique, la force concentrique ou encore de fournir des courbes de cette force. Le dynamomètre isocinétique est considéré comme fiable et valide pour mesurer la force musculaire. Il s'agit de l'appareil de référence, autrement dit le « Gold standard » pour effectuer la mesure de la force musculaire (40).

Le dynamomètre manuel ou à main, est un appareil de mesure de la force pouvant être utilisé par les thérapeutes. Ce dynamomètre se place entre la main du thérapeute et s'applique sur la partie du corps du patient à tester, comme si le thérapeute effectuait un test musculaire manuel. Cet appareil de mesure permet de fournir une mesure quantifiée de la force musculaire (40).

Les dynamomètres isocinétiques permettent à la fois des mesures isocinétiques, concentriques et excentriques, et des mesures isométriques. Les dynamomètres manuels fournissent uniquement des mesures isocinétiques (34). Le dynamomètre à main démontre une moins bonne précision que le dynamomètre isocinétique mais sa fiabilité et sa validité est modérée à bonne par rapport à celui-ci. Cependant, il présente d'autres avantages tels que la facilité d'utilisation, son coût ou encore sa taille (40).

2.4.3 Développement de la force

Les exercices avec résistance sont des exercices réalisés avec des contractions concentriques et excentriques avec une charge externe constante dans une amplitude de mouvement complète. Ces exercices permettent une amélioration de la force (37). L'entraînement avec résistance comprenant des contractions excentriques semble entraîner de plus grandes adaptations par rapport à un entraînement concentrique (36).

De plus, il est important de noter que le développement de la force musculaire repose sur une combinaison de facteurs morphologiques et neuronaux. Cependant, les mécanismes qui améliorent la force sont considérés comme multifactoriels et peuvent être influencés par d'autres facteurs tels que la force initiale, le statut d'entraînement et la génétique (37).

Le développement de la force musculaire par l'intermédiaire du renforcement semble efficace dans la littérature, c'est le cas par exemple des muscles de la hanche (41).

2.5 Les muscles de la hanche

La hanche est l'articulation qui fait la jonction entre le membre inférieur et le tronc. Elle unit la tête fémorale et l'acétabulum. La hanche est une articulation à la fois stable et mobile, ces deux éléments lui permettent de supporter et de mouvoir le corps au quotidien (13). La région glutéale est située à la partie postérieure du corps, entre la cuisse et les lombaires. Cette région communique en avant avec la cavité pelvienne par les incisures ischiatiques. La région glutéale est en lien avec la face postérieure de la cuisse, qui en est la continuité (13).

Les muscles de la région glutéale peuvent être divisés en deux groupes : profonds et superficiels. Au niveau des muscles profonds, sont identifiés les muscles pelvitrochantériens et au niveau des muscles superficiels, les muscles glutéaux ainsi que le tenseur du fascia lata (13). Ces muscles permettent des mouvements de la hanche dans les trois plans de l'espace.

2.5.1 Rôle des muscles de la hanche

2.5.1.1 Plan sagittal

Les mouvements de flexion et d'extension de hanche s'effectuent dans un plan sagittal autour d'un axe frontal. La flexion entraîne le membre inférieur vers l'avant et l'extension vers l'arrière. Les principaux muscles réalisant ces mouvements sont le psoas-iliaque et le droit fémoral pour la flexion. Pour l'extension, il s'agit du grand fessier (13).

Les muscles extenseurs produisent le couple de force le plus élevé des muscles de la hanche. Les extenseurs de hanche sont souvent sollicités pour accélérer rapidement le corps vers le haut et l'avant à partir d'une position en flexion de hanche. Ceci est retrouvé lors du sprint ou d'un squat par exemple (42).

2.5.1.2 Plan frontal

Les mouvements d'adduction et d'abduction s'effectuent dans un plan frontal selon un axe transversal. L'abduction écarte le membre inférieur de la médiane et l'adduction, réalisée par les adducteurs, rapproche le membre inférieur. Le mouvement d'abduction est réalisé principalement par le moyen fessier, le tenseur du fascia lata et le petit fessier (13).

Les abducteurs de hanche possèdent un rôle fonctionnel important lorsque de l'appui unipodal, ils jouent un rôle de soutien pour stabiliser le bassin. Cette action est retrouvée principalement lors de la marche (42). Ces muscles agissent dans le maintien de la stabilité posturale (6).

2.5.1.3 Plan transversal

Les mouvements de rotations se réalisent dans un plan transversal autour d'un axe sagittal. La rotation médiale entraîne la face antérieure du genou vers l'intérieur et la rotation latérale, la face antérieure du genou vers l'extérieur. La rotation latérale est assurée par les pelvitrochantériens et la rotation médiale essentiellement par le petit fessier (13). Les rotateurs latéraux et médiaux représentent un élément important de stabilité mécanique de l'articulation de la hanche (42).

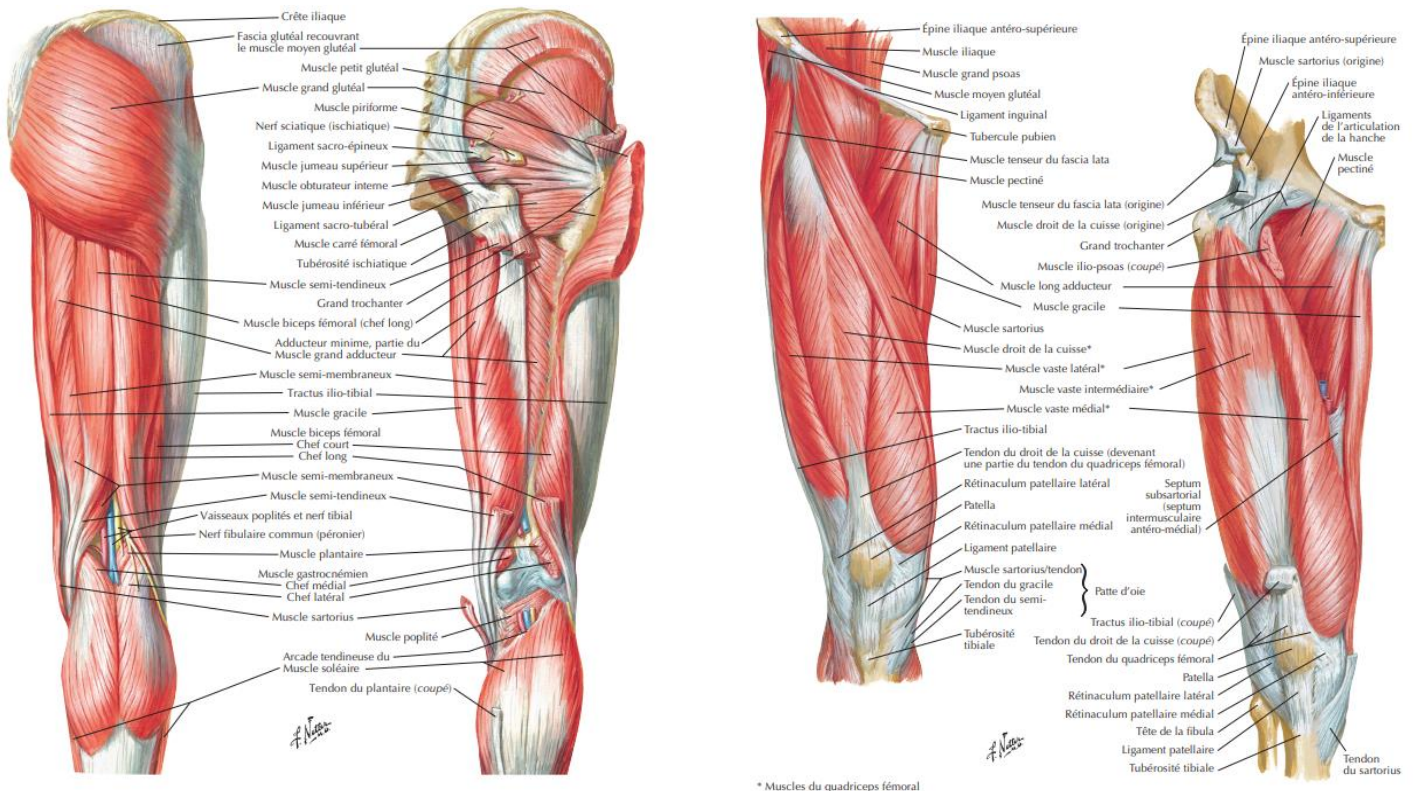


Figure 2 - Vue postérieure et antérieure de la hanche et de la cuisse (43)

2.5.2 Lien avec l'articulation de la cheville

2.5.2.1 Théorie de la chaîne cinétique

La relation entre les muscles de la hanche et l'entorse de cheville peut être pensée à l'aide de la théorie des chaînes cinétiques. Au sein de cette théorie, il est suggéré que le mouvement d'une articulation possède un impact sur les autres articulations du membre inférieur, il s'agirait d'une réaction en chaîne. En effet, les autres articulations devront adapter leur mouvement et celles-ci devront adopter des positions différentes par rapport à celles prévues initialement (44,45). Lorsque l'articulation proximale ne réalise pas le déplacement initialement prévu, sa position sera modifiée par rapport à ce qui était voulu. De ce fait, les déplacements des articulations distales seront modifiés afin de pouvoir réaliser le mouvement

global du membre inférieur déterminé au préalable. Cette adaptation au niveau distale peut entraîner un risque de blessure (45). En effet, la mauvaise fonction de l'articulation de la hanche pourrait avoir un impact sur l'équilibre postural et sur la performance des articulations de la cheville et du pied, ce qui pourrait provoquer une blessure, comme l'entorse de cheville par exemple (46,47). La faiblesse des muscles de la hanche peut être une raison de l'altération de la cinétique de l'articulation de la hanche pouvant entraîner un déséquilibre de toute la chaîne cinétique des membres inférieurs (8).

2.5.2.2 Les muscles de la hanche en lien avec le pied et la cheville

L'étiologie la plus fréquente lors des entorses latérales de cheville est un mauvais positionnement du pied à l'atterrissage (7). Or, une activité musculaire synergique optimale des articulations de la hanche, du genou et de la cheville est nécessaire pour minimiser l'impact des forces de réactions au sol imposé à la cheville, ainsi que pour adopter une position du pied appropriée lors de chaque appui au sol (48,49). D'après Sheng-Che Yen et al., les articulations de hanche et de cheville agissent en synergie pour contrôler la position du pied et le centre de gravité (50). En effet, Les adducteurs et abducteurs de hanche contrôlent également le placement du pied lors du contact avec le sol (44,49). Un déficit de force des muscles de la hanche peut entraîner une chute du bassin, un mauvais placement du pied avec des moments d'inversion de l'articulation sous-talienne importants (46). De la même façon, Friel indique qu'un déficit des muscles de la hanche peut affecter l'équilibre musculo-squelettique et la coordination, ce qui pourrait entraîner des blessures (48). Lors de l'appui monopodal, position retrouvée avec une grande fréquence dans le mécanisme d'entorse de cheville, la stabilité posturale tient une place importante. Les muscles de la hanche sont particulièrement activés pour favoriser cette stabilité posturale du corps en fournissant un soutien dans le plan frontal (51,52).

Certaines études transversales montrent qu'après avoir eu une ou plusieurs expériences d'entorse de cheville, les muscles de la hanche présentent une faiblesse musculaire (48,53). Ces études étant des études transversales, il est impossible de savoir si les déficits de force étaient présents avant la blessure ou s'ils sont apparus après la blessure, mais elle semble indiquer clairement un lien entre les muscles de la hanche et l'entorse latérale de cheville.

Le dysfonctionnement des muscles de la hanche est impliqué dans le développement de diverses blessures des membres inférieurs (44). Dans les tendinopathies d'Achilles par

exemple, différents schémas d'activation des muscles fessiers ont été retrouvés comparativement à des patients sains (47). Une faiblesse importante des muscles de la hanche est retrouvée chez les patients ayant une instabilité chronique de cheville. En effet, lors de l'examen, un déficit de force des muscles de la hanche est mesuré chez une population ayant une instabilité chronique par rapport à une population de personnes sans instabilité (54,55). Ces différents exemples semblent montrer que les muscles de la hanche peuvent avoir un impact sur le pied ou la cheville.

L'objectif de cette revue est d'interroger la littérature pour tenter de trouver des éléments de réponse à la problématique suivante : Existe-t-il une relation entre la force des muscles de la hanche et le risque d'entorse latérale de cheville chez les sportifs ?

3 Démarche de questionnement

D'une part, l'entorse latérale de cheville, pathologie très fréquente dans le milieu sportif, est considérée comme multifactorielle : une interaction entre les différents facteurs intrinsèques et les facteurs extrinsèques (1,26,31). Certains facteurs de risque sont connus tels que le sport pratiqué, un déficit de proprioception ou encore un déficit de flexion dorsale (5).

D'autre part, les muscles de la hanche sont impliqués dans les blessures des membres inférieurs de manière globale (10,56). De plus, il a été démontré que la faiblesse des muscles de la hanche contribue à un mauvais équilibre et à des adaptations compensatoires au niveau de la cheville (6). Certaines études transversales montrent qu'après avoir eu une ou plusieurs expériences d'entorses de cheville, les muscles de la hanche présentaient une faiblesse musculaire (48,53).

Ainsi, la force des muscles de la hanche est un facteur intrinsèque semblant être impliqué dans la cinématique de blessure de la cheville. De ce fait, cette revue de la littérature tentera de répondre à la question de recherche suivante : Est-ce qu'un déficit de force des muscles de la hanche est un facteur de risque d'entorse latérale de cheville chez les sportifs ?

Nous faisons l'hypothèse qu'une diminution de la force des muscles de la hanche entraîne un risque plus important d'entorse latérale de cheville.

4 Matériel et méthodes

Afin de répondre à la problématique de recherche, une revue de la littérature a été effectuée. Une revue de littérature vise à fournir une vision complète, rigoureuse et inclusive d'une question spécifique, en fournissant une synthèse de preuves du plus haut niveau de qualité scientifique (57). De plus, les revues systématiques sont plus efficaces pour évaluer la force des preuves que les études seules et devraient être utilisées si elles sont disponibles (58).

4.1 Stratégie de recherche

La stratégie de recherche a pour objectif de poser une question, pour ensuite catégoriser les éléments clés afin d'obtenir des informations pertinentes à l'issue de la recherche. En partant de la question de recherche, un ensemble de mots-clés sont définis. À partir de ces mots-clés, plusieurs équations de recherches ont été élaborées afin de pouvoir aller rechercher dans différentes bases de données. Cette stratégie de recherche permet une première sélection des informations et des documents. Par la suite, d'autres critères de sélections des études ont été établis pour retenir les documents pouvant aider à répondre à la problématique initiale.

Une étude de la littérature a été menée jusqu'en février 2022 pour réaliser la sélection des articles scientifiques.

4.1.1 Bases de données

Pour réaliser la recherche documentaire, un ensemble de base de données a été consulté afin de recueillir des publications pertinentes pouvant être utilisées pour répondre à la problématique de recherche.

La première base de données interrogée est PubMed. C'est une base de données scientifique anglo-saxonne pour la littérature biomédicale proposée par le National Center for Biotechnology Information (NCBI).

La deuxième base de données consultée est Science Direct. Cette base de données scientifique multilingue regroupant plusieurs disciplines médicales est proposée par l'éditeur Elsevier.

4.1.2 Critères d'éligibilité des études

En fonction de la problématique de recherche, les critères d'inclusion et d'exclusion des études ont été choisis en utilisant l'outil méthodologique PICO(S) (*Tableau II*). Le sigle

PICO(S) désigne Population d'intérêt, Intervention, Comparateur, Outcome (paramètre mesuré) et Study (type d'étude). La question de recherche est d'ordre pronostic, donc « Intervention » revient à l'exposition au facteur de risque et le « Comparateur » revient à la non-exposition au facteur de risque.

Les articles publiés dans d'autres langues que l'anglais et le français ont été exclus. Tous les autres résultats ne s'avérant pas être des articles scientifiques ont été exclus. Les articles ne faisant pas lieu d'une publication complète ont été exclus, puisque l'évaluation de la qualité de ceux-ci est impossible. Enfin, seules les études de cohortes prospectives ont été incluses puisqu'il semble que ce soit le type d'étude le plus approprié pour évaluer un facteur de risque (59).

Tableau II - Critères PICO(S)

PICO(S)	Inclusion	Exclusion
Population	Population sportive non blessée à la réalisation des tests	Population avec instabilité chronique de cheville Population avec autre entorse qu'entorse latérale de cheville Population blessée au moment des tests de force
Intervention (élément mis en évidence à l'examen)	Déficit de force des muscles de la hanche avant suivi de l'exposition à la blessure	Article n'évaluant pas la force des muscles de la hanche avant suivi de l'exposition à la blessure
Comparateur (élément écarté à l'examen)	Force des muscles de la hanche normale avant suivi de l'exposition à la blessure	Article n'évaluant pas la force des muscles de la hanche avant suivi de l'exposition à la blessure
Outcome	Entorses latérales de cheville	Article ne présentant pas de résultats sur les entorses latérales de cheville
Study (Type d'étude)	Cohorte prospective	Autre que cohorte prospective

La force avant le suivi de l'exposition à la blessure est aussi appelée force de base dans cette revue.

4.1.3 Mots-clés

Les mots-clés ont été définis afin de réaliser les différentes équations de recherche dans les bases de données. L'établissement des mots-clés est facilité par l'utilisation de l'outil PICO. Les bases de données utilisées étant en français et en anglais, les termes ont également été traduits en anglais (*Tableau III*).

Tableau III - Traduction des mots-clés

Français	Anglais
Muscles de la hanche	Hip muscles
Force	Strength
Entorse de cheville	Ankle sprain

Pour éviter le silence documentaire, le mot-clé « muscles de la hanche » a été détaillé en séparant les différents muscles de la hanche. En français, cela donne : adducteur de hanche, abducteur de hanche, fléchisseur de hanche, extenseur de hanche et rotateur de hanche. En anglais, il est retrouvé : hip abductor, hip adductor, hip flexor, hip extensor et hip rotator.

4.1.4 Équations de recherche

En fonction des différentes bases de données, les langages de recherches sont différents. Chacune possède ses particularités, ce qui entraîne la constitution d'équations de recherche différentes pour interroger chacune des bases de données. Le tableau IV ci-dessous représente les différentes équations utilisées et les résultats obtenus pour chacune d'entre elles.

Tableau IV - Équations de recherche selon les bases de données

Base de données	Équations de recherche	Résultats
PubMed	("hip muscle" OR "hip abductor" OR "hip adductor" OR "hip flexor" OR "hip extensor" OR "hip rotator") AND strength AND "ankle sprain"	13 résultats
Science Direct	Anglais ("hip muscle" OR "hip abductor" OR "hip adductor" OR "hip flexor" OR "hip extensor" OR "hip rotator") AND strength AND "ankle sprain"	490 résultats
	Français ("muscles de la hanche" OR "adducteur de hanche" OR "abducteur de hanche" OR "fléchisseur de hanche" OR "extenseur de hanche") AND ("entorse de cheville" OR "entorse latérale de cheville")	13 résultats

4.2 Sélection des articles

Plusieurs résultats ont été obtenus après avoir interrogé les différentes bases de données à l'aide des équations de recherches. Sur cet ensemble de résultats, un tri a été effectué afin d'identifier ceux correspondant aux critères d'inclusion. La sélection des études s'est déroulée en plusieurs étapes distinctes. La première sélection correspond à la suppression des doublons. Un deuxième tri a été réalisé après la lecture des titres et des résumés, ce qui a permis de supprimer les articles ne correspondant pas à la problématique étudiée et ne

répondant pas aux critères d'inclusions. Pour finir, le dernier tri correspond à la lecture des articles dans leur intégralité.

Dans les étapes de sélection correspondant à la lecture du titre et du résumé ou à la lecture intégrale, les critères d'inclusions et d'exclusions ont été interrogés afin de choisir si l'article est retenu ou mis de côté.

5 Résultats

La recherche dans la littérature a abouti à un total de 516 résultats. Ce total a été réduit à 512 après la suppression des doublons. Suite à l'examen du titre et du résumé de chaque article, un total de 8 articles a été retenu pour lecture intégrale. Suite à cette lecture, 3 articles ont été inclus dans cette revue de littérature pour répondre à la problématique. Le processus de sélection des articles, un diagramme de flux en quatre phases selon le modèle PRISMA est illustré dans la figure 3 (60).

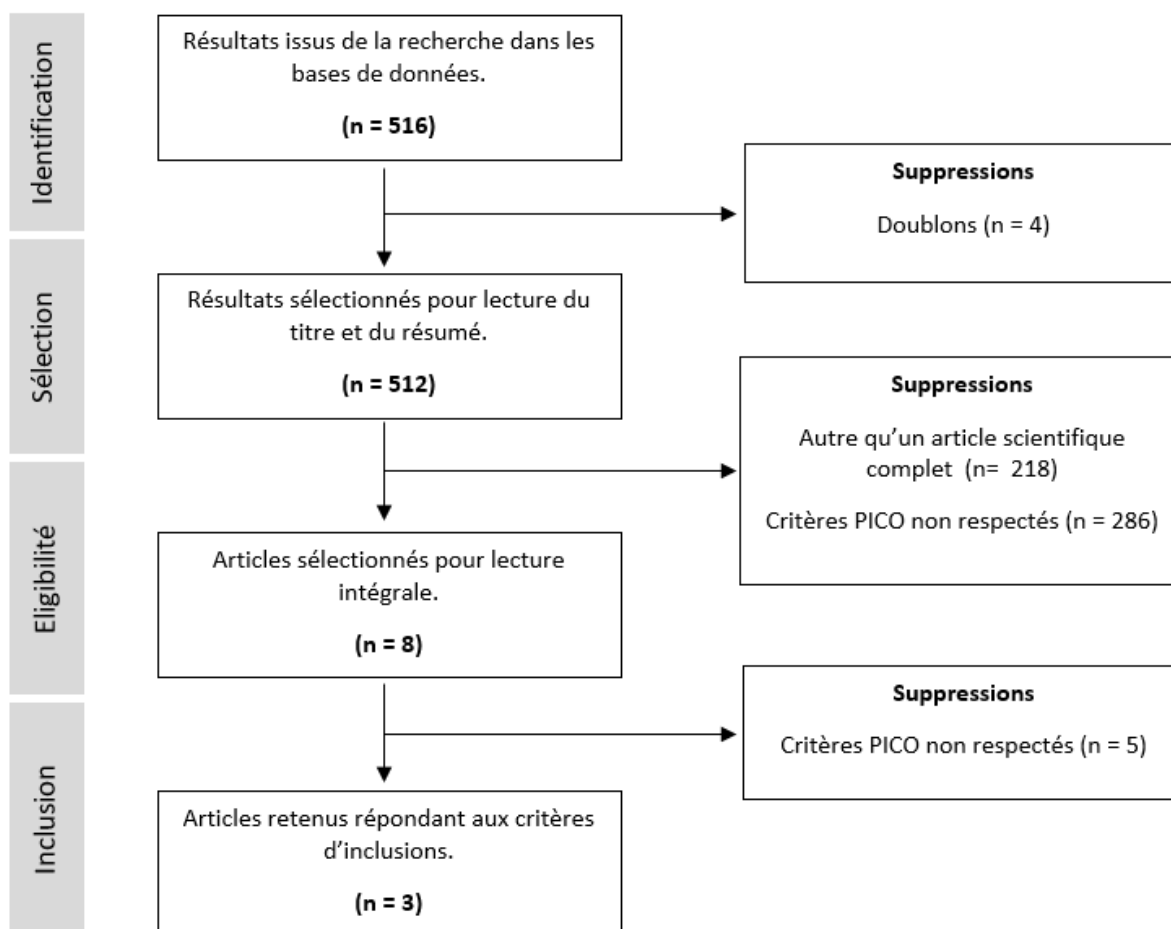


Figure 3 - Diagramme de flux PRISMA

5.1 Articles inclus

Suite à la sélection des articles, trois études ont été retenues afin de permettre d'apporter des éléments de réponses à la problématique (*Tableau V*).

Tableau V - Articles inclus dans la revue de littérature

Auteurs	Titre	Type d'article	Niveau de preuve	Année	Revue
Kawaguchi et al., 2021 (61)	Hip abductor muscle strength deficit as a risk factor for inversion ankle sprain in male college soccer players	Étude de cohorte prospective	II	2021	The Orthopaedic Journal of Sports Medicine
Powers et al., 2017 (6)	Hip strength as a predictor of ankle sprain un male soccer players : a prospective study	Étude de cohorte prospective	II	2017	Journal of Athletic Training
De Ridder et al., 2017 (62)	Hip strength as an intrinsic risk factor for lateral ankle sprains in youth soccer player	Étude de cohorte prospective	II	2017	The American Journal of Sports Medicine

Le niveau de preuves de ces trois études incluses est déterminé selon le modèle établi par le National Health and Medica Research Council (NHMRC) (59). Les études incluses de Kawaguchi, de Powers et de De Ridder sont des études de Cohorte prospective (6,61,62). La question de recherche est une question de type pronostic, les études ont alors un niveau de preuve équivalent à II (59).

5.2 Caractéristiques des études incluses

Le tableau VI indique les caractéristiques des études incluses en résumant les données importantes de chacune d'entre elles.

Tableau VI - Caractéristiques des études incluses dans la revue

Étude et score Newcastle-Ottawa Scale (NOS)	Population et âge moyen	Objectif	Durée de suivi	Comparaison	Résultats
<p>Hip Abductor Muscle Strength Deficit as a Risk Factor for Inversion Ankle Sprain in Male College Soccer Players</p> <p>Kawaguchi et al., 2021</p> <p>NOS = 9</p>	<p>ELC = 31</p> <p>19,9 ± 1,0</p> <p>Non ELC = 114</p> <p>Age : 19,8 ± 1,2</p>	<p>Clarifier si la force isométrique des abducteurs de hanche est un facteur de risque d'entorse latérale de cheville chez une population de jeunes footballeurs masculins.</p>	<p>Une saison de football</p>	<p>Force de base des membres blessés par rapport à la force de base des membres non-blessés des athlètes blessés</p> <p>Force de base des membres blessés par rapport aux membres non-blessés des athlètes non-blessés</p>	<p>Diminution de la force isométrique des abducteurs des athlètes blessés par rapport aux athlètes non-blessés (P = 0.05).</p> <p>Analyse de régression logistique montre que force musculaire des abducteurs est un facteur de risque d'entorse latérale de cheville (Odds Ratio = 0.978 [95% IC, 0.976-0.999] ; P = 0.047).</p>
<p>Hip Strength as a Predictor of Ankle Sprains in Male Soccer Players: A Prospective Study</p> <p>Powers et al., 2017</p> <p>NOS = 8</p>	<p>ELC = 25</p> <p>Age : 20,9 ± 5,9</p> <p>Non ELC = 160</p> <p>Age : 19,6 ± 5,1</p> <p>Autres = 25</p>	<p>Déterminer si la force isométrique des abducteurs de hanche prédit une future entorse latérale de cheville sans contact.</p>	<p>Une saison de football</p>	<p>Force de base des membres blessés par rapport aux membres non-blessés des athlètes non-blessés</p> <p>Les groupes sont composés du même rapport entre les membres dominants et les membres non dominants</p>	<p>La force des abducteurs est plus faible chez les joueurs blessés que chez les joueurs non-blessés (P = 0.008).</p> <p>Analyse de régression indique qu'une diminution de la force des abducteurs augmente le risque de future entorse latérale de cheville sans contact (Odds Ratio = 1.10 [95% IC, 1.02- 1.18] ; P = 0.010).</p>

<p><i>Hip Strength as an Intrinsic Risk Factor for Lateral Ankle Sprains in Youth Soccer Players</i> De Ridder et al., 2017</p> <p>NOS = 9</p>	<p>ELC = 12 Age : 14,3 ± 1,2</p> <p>Non ELC = 121 Age : 12,5 ± 2,1</p>	<p>Examiner si la force isométrique des fléchisseurs, extenseurs, abducteurs, adducteurs, rotateurs médiaux et rotateurs latéraux de hanche est un facteur de risque d'entorse latérale de cheville chez les jeunes footballeurs.</p>	<p>Trois saisons de football</p>	<p>Force de base des membres blessés par rapport aux membres non-blessés des athlètes non-blessés et des athlètes blessés</p>	<p>Augmentation de la force isométrique des muscles extenseurs est associée à une diminution significative du risque d'entorse latérale de cheville (Hazard Ratio = 0.331 [95% IC, 0.123-0.890] ; P = 0.028)</p> <p>Force chaîne postérieure élevée (extenseurs) entraîne un risque plus faible d'entorse latérale de cheville.</p> <p>La force isométrique des autres groupes musculaires n'a pas montré de différence significative entre les deux groupes comparés.</p>
---	--	---	----------------------------------	---	--

NOS : Newcastle-Ottawa Scale / ELC : Entorse latérale de cheville / IC : Intervalle de confiance

La force de base correspond à la force du participant avant le suivi de l'exposition à la blessure.

5.2.1 Population

Dans cette revue systématique, en additionnant les populations des études, 488 participants ont été inclus au début pour réaliser les tests de présaison. Le nombre d'entorses latérales de chevilles recensé et inclus dans l'analyse des résultats est de 68. L'âge moyen des participants est de 17,8 ans, l'âge des participants allant de 10 à 34 ans (*Tableau VII*). La population des trois études est composée d'hommes pratiquant le football en compétition. Pour l'étude de De Ridder (62), il s'agit de jeunes hommes mineurs.

Tableau VII - Population de la revue systématique

	Population sans ELC	Population ELC	Population	Âge moyen
Revue systématique	420	68	488	17,8 ans

Dans chacune des études retenues, des critères d'inclusion et d'exclusions ont été établis pour sélectionner les participants afin de répondre aux différentes questions de recherches des études (*Tableau VIII*).

Tableau VIII - Critères d'exclusions des participants dans les études

Étude	Critères d'exclusion des participants au début de l'étude
Kawaguchi et al., 2021	Blessure musculo-squelettique aux membres inférieurs au cours des 3 derniers mois. Joueur blessé au moment de l'examen médical.
Powers et al., 2017	Blessure aux membres inférieurs au cours des 6 derniers mois. Joueur blessé au moment de l'examen médical. Antécédent de chirurgie du genou.
De Ridder et al., 2017	Blessure aux membres inférieurs au cours des 6 derniers mois. Joueur blessé au moment de l'examen médical. Antécédent de chirurgie des membres inférieurs. Poste de gardien de but.

De Ridder et al. ont réalisé un suivi sur trois saisons de football. L'ensemble des participants de l'étude n'étaient pas présents lors de la première saison. Autrement dit, de nouveaux participants ont pu être inclus avant chaque début de saison dans l'étude. Au sein de cette étude, un participant a pu être suivi pendant une saison, deux saisons ou trois saisons.

Dans les études de Kwaguchi et de De Ridder, il est indiqué que tous les participants inclus ont été suivis jusqu'au terme de l'étude, il n'y a pas eu de perdu de vue (61,62). Dans l'étude de

Powers, la participation jusqu'au terme de l'intervention n'est pas clairement mentionnée, bien qu'il semble qu'aucun participant n'ait arrêté d'être suivi au cours de l'étude (6).

5.2.2 Intervention

Dans chacune des études sélectionnées, la mesure de la force des muscles de la hanche a été effectuée avant le début de la saison de football, c'est-à-dire avant la potentielle entorse latérale de cheville.

Dans tous les articles, la mesure de la force a été effectuée à l'aide d'un dynamomètre à main. La mesure a été réalisée en bilatérale tout en spécifiant à chaque fois quelle jambe du participant était la jambe dominante. La jambe dominante a été définie comme la jambe servant pour frapper dans le ballon avec le plus de facilité. Dans les articles de Kawaguchi (61) et de Powers (6), seule la force des muscles abducteurs a été mesurée (*Tableau IX*).

Dans chacune des études, la force maximale isométrique était mesurée. Pour chaque publication, une position standardisée était décrite et tous les participants réalisaient les tests de force dans la position définie. Les tests étaient effectués deux à trois fois par groupe musculaire, le participant devait pousser au maximum de ses capacités pendant 5 secondes. La valeur maximale de la force isométrique a été retenue pour les résultats des études de Kawaguchi et De Ridder (61,62). Quant à Powers, la moyenne des valeurs maximales a été rapportée (6).

Tableau IX - Tests de force avant le début de saison selon les articles

Article	Intervention
Kawaguchi et al., 2021	Mesure de la force isométrique maximale des abducteurs de hanche
Powers et al., 2017	Mesure de la force isométrique maximale des abducteurs de hanche
De Ridder et al., 2017	Mesure de la force isométrique maximale des extenseurs, fléchisseurs, abducteurs, adducteurs, rotateurs latéraux, rotateurs médiaux de hanche

L'étude de De Ridder a duré trois saisons. Des participants pouvaient être inclus au début de chaque saison. De ce fait, la mesure de la force a été réalisée uniquement lors de la première saison de l'athlète (62).

5.2.3 Comparaison au sein des études

L'objectif des études est de comparer la force des muscles de la hanche de base entre un groupe où l'évènement est arrivé, c'est-à-dire l'entorse latérale de cheville, et un autre groupe resté sans entorse latérale de cheville durant la période de suivi.

Dans l'article de Kawaguchi plusieurs comparaisons ont été réalisées : entre les membres inférieurs du même participant, l'un ayant subi l'entorse latérale de cheville et l'autre étant resté sans blessure. La deuxième comparaison était entre le membre inférieur blessé du participant blessé et la moyenne de tous les membres inférieurs des participants non-blessés. Dans l'article de Powers, la comparaison était réalisée entre les membres inférieurs blessés des participants blessés et un des deux membres inférieurs des participants non-blessés. Pour choisir le membre inférieur étudié, une sélection aléatoire a été faite tout en respectant le rapport entre membres inférieurs dominants et membres inférieurs non-dominants du groupe blessure (12 dominants et 13 non-dominants, donc 77 membres dominants et 83 membres non-dominants pour le groupe sans blessure). Enfin, dans l'article de De Ridder, la comparaison était faite entre le membre inférieur du participant blessé et un des membres inférieurs des participants non-blessés, le choix du membre inférieur a été réalisé aléatoirement.

Les mesures de force musculaire ont été standardisées dans les différents articles pour les comparaisons entre les groupes afin d'augmenter la validité des mesures puisque cela permet par exemple d'éliminer le potentiel biais apporté par la corpulence de participant (63). Différentes standardisations ont été utilisées : force normalisée au poids, force normalisée au poids et à la taille des participants (*Tableau X*).

Tableau X - Comparaison des groupes et standardisation de la force dans les articles inclus

Étude	Comparaison	Standardisation de la force
Kawaguchi et al., 2021	Jambes blessées VS Jambes non-blessées des athlètes blessés Jambes blessées VS Jambes non-blessées des athlètes non-blessés	Standardisée au poids du corps (N.m/kg)
Powers et al., 2017	Jambes blessées VS Jambes non-blessées des athlètes non-blessés	Standardisée au poids du corps et à la taille (N/BW x HT ²)
De Ridder et al., 2017	Jambes blessées VS Jambes non-blessées des athlètes blessés et des athlètes non-blessés	Standardisée au poids de corps (pourcentage du poids de corps)

N.m : Newtonmètre / kg : Kilogramme / N : Newton / BW : Body-Weight / HT : Body-Height

5.2.4 Outcome

Durant le suivi des études, le paramètre mesuré était la blessure, c'est-à-dire l'entorse latérale de cheville. Ce diagnostic était réalisé par le staff médical responsable du suivi des participants. À chaque fois un médecin réalisait la supervision ou intervenait directement. Dans l'étude de Powers (6), une différence est réalisée entre les entorses latérales de chevilles sans-contacts et les entorses latérales de chevilles avec contact, seules celles sans-contacts ont été gardées pour l'analyse des résultats. Dans tous les suivis, uniquement les entorses latérales de chevilles subis lors des matchs et entraînements de football furent comptabilisées pour l'analyse des résultats.

Dans chaque étude, la définition de blessure était différente. Pour Kawaguchi et al. (61), la blessure est équivalente à une plainte nécessitant une activité restreinte pendant au moins un jour. Pour Powers et al. (6), seules les entorses latérales de cheville sans contact, nécessitant une absence d'activité physique pendant au moins une semaine, ont été retenues. Enfin, pour De Ridder et al. (62), la blessure revient à une plainte physique rendant impossible les matchs et entraînements pendant au moins 48 heures.

La durée de suivi pour permettre le recensement des entorses latérales de cheville était d'une saison de football, pour les études de Kawaguchi et de Powers. L'étude de De Ridder a permis un suivi sur trois saisons à consécutives.

5.2.5 Résultats

Dans les trois études incluses dans cette revue, un lien semble être retrouvé entre la force des muscles de la hanche et l'entorse latérale de cheville. Cependant, selon les études, les résultats ne sont pas identiques (*Tableau XI*).

Selon l'étude de Kawaguchi et al. (61), une différence statistique significative entre la force isométrique des abducteurs des athlètes blessés par rapport aux athlètes non-blessés est retrouvée ($P = 0.05$). Cette différence va dans le sens de la diminution pour les athlètes blessés. Après une analyse de régression logistique multivariée, les chances qu'un jeune joueur de football masculin subisse une entorse latérale de cheville étaient augmentées d'environ 2% pour chaque diminution de 1N.m de la force isométrique des abducteurs de hanche ($OR = 0.978$ [95% IC, 0.976-0.999]; $P = 0.047$).

Selon l'étude de Powers et al. (6), La force des abducteurs était plus faible chez les joueurs blessés que chez les joueurs non-blessés ($P = 0.008$). Après avoir utilisé un modèle de régression univariée, les risques de subir une entorse latérale de cheville sans contact étaient augmentés de 10% pour chaque diminution d'une unité de la force des abducteurs de hanche (exprimée en pourcentage du poids de corps) pour la population étudiée ($OR = 1.10$ [95% IC, 1.02- 1.18], $P = 0.010$).

Selon l'étude de De Ridder (62), après avoir utilisé un modèle de régression multivariée de Cox, les participants avec une force musculaire de la chaîne postérieure de hanche plus élevée ont des risques significativement plus faibles de subir une entorse latérale de cheville ($HR = 0.331$ [95% IC, 0.123-0.890], $P = 0.028$). De Ridder et al., admettent que le temps moyen sans entorse latérale de cheville des participants ayant une entorse latérale de cheville était jusqu'à 10% plus long en moyenne si la force musculaire de la chaîne postérieure étaient supérieures aux moyennes des échantillons. Cela correspondait à 13 heures de pratique en plus sans blessure. Dans cette étude, les résultats concernant la force des autres muscles de la hanche ne rapportent pas de différence significative entre le groupe blessé et le groupe non-blessé. Pour les abducteurs de hanche, une P-Value de 0,463 est retrouvée et pour les adducteurs de hanche, la P-Value est de 0,320.

L'étude de Powers propose une valeur seuil où le risque d'entorse latérale de cheville augmenterait de 11,9% à 26,7%. Cette valeur, exprimée en pourcentage de force par rapport

au poids de corps est de 33,8%. L'auteur donne également une sensibilité de 48% et une spécificité de 82% quant à la validité de cette valeur. Ces données concernent la force isométrique des abducteurs de hanche (6).

Tableau XI - Résultats des études incluses

Étude	Modèle de régression	Résultats
Kawaguchi et al., 2021	Modèle de régression logistique multivariée	Force musculaire des abducteurs est un facteur de risque d'entorse latérale de cheville (Odds Ratio = 0.978 [95% IC, 0.976-0.999]; P = 0.047).
Powers et al., 2017	Modèle de régression logistique univariée	Une diminution de la force des abducteurs augmente le risque de future entorse latérale de cheville sans contact (Odds Ratio = 1.10 [95% IC, 1.02- 1.18], P = 0.010).
De Ridder et al., 2017	Modèle de régression d'analyse multivariable Cox	Augmentation de la force isométrique des muscles extenseurs est associée à une diminution significative du risque d'entorse latérale de cheville (Hazard Ratio = 0.3 [95% IC, 0.1-0.9], P = 0.028)

6 Discussion

Cette revue permet de montrer qu'il semble exister un lien entre la force de base des muscles de la hanche et l'entorse latérale de cheville. En effet, il est probable qu'une diminution de la force des muscles de la hanche entraîne un risque de subir une entorse latérale de cheville. Des variations interviennent sur la force des groupes musculaires de la hanche semblant être un risque de future entorse latérale de cheville.

Dans les études de Kawaguchi et de Powers, une diminution significative de la force de base des abducteurs de hanche est retrouvée chez les participants ayant subi une entorse latérale de cheville par rapport aux participants n'ayant pas subi cette blessure (6,61). Plus la diminution de la force serait importante, plus le risque d'entorse latérale de cheville augmenterait. Une des études envisagerait une augmentation de 10% de risque pour chaque diminution d'une unité de force des abducteurs (force en pourcentage par rapport au poids de corps) (6). L'autre étude indiquait une augmentation de 2% de risque pour chaque diminution de 1N.m de la force des abducteurs (61). Cette différence entre les pourcentages

peut s'expliquer par le fait que l'unité de mesure utilisée n'est pas la même. L'étude de De Ridder va à l'encontre de ces résultats concernant la force des abducteurs, en ne montrant aucune différence significative entre les participants blessés et les participants non-blessés. La P-Value de l'Hazard Ratio dans l'article est de 0,463 n'indiquant pas de différence significative (62).

L'article de De Ridder rapporte que la force des muscles de la chaîne postérieure, les extenseurs de hanche, est un facteur de risque d'entorse latérale de cheville. Autrement dit, plus la force des extenseurs est élevée, plus le risque d'entorse latérale de cheville est faible. Le Hazard Ratio calculé est de 0,331, et l'intervalle de confiance à 95% est très large, de 0.123 à 0.890, ces chiffres rendent difficiles l'admission d'une conclusion plus fine et précise pour cette association (62). Néanmoins, ces résultats semblent montrer un lien entre l'entorse latérale de cheville et muscles extenseurs de hanche. Ces valeurs ne peuvent être comparées aux autres articles de la revue puisqu'ils n'ont pas mesuré la force des extenseurs de hanche.

Les études de Kawaguchi et de De Ridder obtiennent un score de 9 étoiles sur 9 selon l'échelle Newcastle-Ottawa (NOS) (*Annexes 2 et 4*) (61,62). L'étude de Powers obtient un score de 8 sur 9 (*Annexe 3*) (6). Chacune des études remplit les critères pour obtenir le grade de « bonne qualité » selon la définition de l'échelle (*Annexe 1*) (64,65). Cependant, il est possible de retrouver des biais, ce qui relativise les résultats.

6.1 Limites des articles inclus

6.1.1 Biais de sélection

Les trois études ont interrogé les participants sur leur historique d'entorse de cheville. Dans les groupes de chaque étude, des participants ont été inclus malgré qu'ils aient déjà eu une entorse de cheville. Cet élément est important puisqu'une relation de cause à effet ne pourra être complètement acquise. En effet, les résultats retrouvés peuvent être une conséquence après la pathologie. C'est un biais dans la sélection des participants, puisque certains participants inclus dans l'étude ont déjà eu le critère de jugement d'intérêt dans le passé. Les auteurs ont pris des précautions en mettant en place des critères pour exclure les participants blessés récemment. Cependant, ils n'ont pas exclu les participants ayant déjà eu des entorses latérales de cheville. Cette prise de décision limite leurs résultats dans la réponse à leur objectif de recherche : définir si la force des muscles de la hanche est un facteur de risque. Pour essayer de détecter un facteur de risque, il aurait été nécessaire d'avoir

seulement des participants n'ayant jamais eu d'entorse latérale de cheville auparavant. Par ailleurs, De Ridder expose cette limite à la fin de son article. Il admet que les relations de cause à effet ne peuvent être entièrement déduites parce que le groupe de comparaison n'inclut pas uniquement des footballeurs n'ayant jamais eu d'entorse de cheville (62).

6.1.2 Biais de confusion

Dans les études sélectionnées dans la revue, l'instabilité chronique de cheville n'a pas été évaluée en amont du suivi chez les participants, il n'est donc pas possible d'être certain que les participants ne souffraient pas d'instabilité chronique de cheville. Or, les déficits de force des muscles de la hanche sont fréquemment retrouvés chez les patients ayant une instabilité chronique de cheville. Plusieurs rapports décrits dans la revue de systématique de Dejong et al. ont révélé des déficits significatifs pour les abducteurs, les extenseurs et les rotateurs latéraux de hanche avec des tailles d'effet petites à grandes chez une population avec une instabilité de cheville (66). Ces éléments signifient alors que dans la population incluse dans les études de la revue, si un participant est atteint d'une instabilité chronique de cheville, il a de fortes chances d'avoir un déficit de force des muscles de la hanche. Ceci indique qu'une autre pathologie que l'entorse latérale de cheville affecte les mesures du critère étudié, la force des muscles de la hanche. L'instabilité de cheville n'étant pas prise en compte, cela entraîne un biais de confusion impactant les résultats trouvés dans les études incluses dans la revue. Il est possible de retrouver ce biais dans l'échelle de Newcastle-Ottawa où dans le critère de compatibilité des autres facteurs, l'instabilité de cheville n'apparaît pas (*Annexes 2, 3, 4*).

6.2 Limites de la revue systématique

La revue systématique inclut seulement trois articles, les résultats sont à interpréter avec nuance étant donné le manque de littérature répondant à la problématique et aux critères d'inclusions. Aussi, la problématique de départ portait un intérêt sur les muscles de la hanche. Pour plusieurs de ces articles, l'ensemble des muscles de la hanche n'a pas été évalué, ce qui signifie que pour certains groupes musculaires, la revue ne possède des résultats que d'un seul article.

6.2.1 Qualité méthodologique de la revue

En suivant une grille d'évaluation de la qualité méthodologique d'une revue, il est possible d'avancer les forces et les faiblesses de celle-ci. La grille AMSTAR peut être une grille

pour évaluer la qualité d'une revue (67). Les items que comporte cette grille ont été suivis pour permettre de faire ressortir les éléments favorisants et limitants de cette revue.

Au niveau méthodologique, cette revue possède de forte qualité. La stratégie de recherche est clairement identifiée et utilise deux bases de données. La nature de la publication est un critère d'inclusion des études. Les caractéristiques des études incluses ont été exposées, et la qualité de chacune a été évaluée puis prise en compte dans l'analyse des résultats.

Cependant, des faiblesses sont présentes également dans la méthodologie de la revue. La sélection des études et l'extraction des données ont été réalisées par une seule personne. Cette partie du travail lorsqu'elle est effectuée à deux personnes augmente la qualité de la revue. Aussi, il n'y a pas de liste des articles exclus de la revue, ce qui constitue une diminution de la qualité méthodologique de cette revue (67).

6.2.2 Définition de l'entorse latérale de cheville

Au sein de cette revue systématique, l'Outcome principal est l'entorse latérale de cheville. Dans les trois études sélectionnées dans la revue, la mesure de ce paramètre est relativement identique, avec l'intervention d'un staff médical sous la supervision d'un médecin directement après la blessure afin d'évaluer le type de blessure et la latéralité. Une seule différence est à constater, une étude inclut seulement les entorses sans contact et exclut donc les entorses latérales avec contact. Par ailleurs, la notion de blessure n'est pas interprétée de la même manière selon les différentes études. Dans un article, la durée d'absence d'activité doit être de 48 heures minimum et dans un autre article, la durée d'inactivité doit être d'une semaine par exemple (6,62). Cet élément représente une limite pour cette revue systématique puisqu'une blessure incluse dans un des articles sélectionnés peut être exclue dans un autre article, ce qui pourrait influencer les résultats.

La blessure que représente l'entorse latérale de cheville peut avoir des degrés de gravité très différents. La classification de Malliaropoulos y fait référence, plusieurs critères permettent de définir le niveau de gravité de la blessure (29). Dans cette revue, toutes les études sélectionnées envisageaient la notion de blessure avec un lien sur l'arrêt de l'activité sportive. Cependant, le premier niveau la classification sur l'entorse latérale n'admet pas d'impotence fonctionnelle, autrement dit, il est probable qu'une personne continue son activité en étant blessé avec un grade 1 puisque cette blessure ne le contraint pas au niveau de la fonction de

sa cheville. En reprenant les définitions et les critères d'inclusions des blessures des études, cela veut dire qu'il est possible que des participants n'ont pas été inclus, dans les résultats des joueurs ayant subi une blessure de type entorse latérale de cheville, puisque la blessure ne contraignait pas leur participation à l'activité (61).

6.2.3 Limite de la population incluse

La population choisit pour répondre à la problématique de cette revue systématique était une population sportive non spécifique. Or, les articles sélectionnés au sein de cette revue systématique sont constitués uniquement d'une population composée d'hommes pratiquant le football en compétition. Le manque d'études sur d'autres populations répondant aux critères d'inclusions que celle présente dans la revue a contraint l'élargissement de la population sélectionnée et n'a donc pas permis une analyse d'une population plus représentative de la pathologie. Il est vrai qu'environ 40% des pathologies traumatiques de chevilles ont lieu durant l'activité sportive, cependant le football n'est pas la seule activité sportive présentant des chiffres conséquents sur l'entorse latérale de cheville. En effet, les sports intérieurs, par exemple, représentent une forte incidence d'entorses latérales de cheville (5). Également, la pathologie étudiée n'est pas exclusivement réservée au sexe masculin. Au niveau des chiffres sur les entorses, la répartition entre les sexes est presque équivalente. Dans cette étude épidémiologique aux États-Unis, sur plus de trois millions d'entorses de cheville, les hommes représentaient 50,3% des participants blessés et les femmes 49,7% des blessées. Ces chiffres témoignent d'une pathologie touchant les deux sexes et non uniquement un seul sexe (68). De plus, le sexe féminin, représente un facteur de risque intrinsèque d'entorse latérale de cheville (5). En effet, le taux d'entorse par rapport à l'exposition est plus élevé chez le sexe féminin que chez le sexe masculin, 13,6 entorses pour 1000 expositions chez les femmes contre 6,94 pour 1000 expositions chez les hommes (2).

La revue s'intéresse donc uniquement à une population masculine de footballeurs pratiquant la compétition, et non à une population sportive générale. La revue avait pour objectif de répondre à la problématique à l'aide d'une population moins spécifique, ces résultats ne sont pas transposables à la population générale.

Dans cette revue, la population initiale est composée de 488 participants et le nombre de cas d'entorse latérale de cheville inclus est de 68. Ce nombre de cas de blessure peut paraître assez conséquent. Cependant, afin de détecter des associations petites à modérées entre

deux éléments, il serait nécessaire de rapporter au moins 200 cas de blessures (32). Le nombre de résultats présenté dans la revue est assez restreint pour pouvoir porter des conclusions plus importantes. D'autant plus que sur les 68 cas d'entorses latérales de cheville recensées, toutes n'ont pas subi les mêmes évaluations au départ. Dans deux des trois études incluses, la totalité de la force des muscles de la hanche n'a pas été mesurée dans les tests médicaux réalisés en début de saison. Ces deux articles mesuraient uniquement la force des muscles abducteurs de hanche (6,61). Seule une étude mesurait la force des autres groupes musculaires que ceux des abducteurs de la hanche, à savoir les fléchisseurs, les extenseurs, les adducteurs, les rotateurs latéraux et les rotateurs médiaux (62). Cela signifie alors que pour réaliser une association entre ces mesures de forces et le nombre de cas d'entorse latérale de cheville, le nombre est bien inférieure à 68 cas, donc encore plus à distance des 200 cas espérés pour détecter une association (32). La prise de recul concernant les associations trouvées ou bien les associations non retrouvées dans cette revue semble alors évidente à prendre en compte.

6.2.4 La mesure de la force

De manière à être reproductible et comparable, les tests permettant la mesure de la force musculaire de hanche ont été standardisés au sein des études. Ces tests sont décrits de façon précise pour que chaque participant soit évalué de la même manière dans l'étude. Pour autant, entre les études incluses dans la revue, les tests de mesure de force ne sont pas tout à fait identiques. En effet, la position de la hanche ou encore l'endroit où est placé le dynamomètre à main varie selon les études. Cela signifie qu'à l'échelle de la revue, les conditions de réalisation des mesures des forces n'ont pas été réalisées de la même manière pour tous les participants. Cette donnée est à prendre en compte dans l'interprétation des résultats.

Concernant la mesure de la force pour l'ensemble des groupes musculaires constituant la hanche, une seule étude incluse dans la revue a réalisé la mesure de toutes ces forces, l'étude menée par De Ridder (62). Dans les deux autres études, seule la force de certains groupes musculaires a été mesurée (6,61). Ceci implique une pondération dans l'interprétation de certains résultats puisque l'ensemble des données sur les groupes musculaires des fléchisseurs, extenseurs, adducteurs, rotateurs latéraux et rotateurs médiaux proviennent de l'étude réalisée par De Ridder (62). Les résultats énoncés ne peuvent pas être rapprochés aux

autres études de la revue pour les comparer Or, un des objectifs d'une revue systématique est de combiner les preuves extraites des différents travaux examinés afin de répondre à la question posée (57). Cette notion vient accentuer le manque d'études incluses dans la revue pouvant permettre une analyse plus complète de l'ensemble des résultats.

6.2.5 Limite de l'inclusion des études

Les critères d'exclusion de la population de la revue systématique prenaient en compte l'instabilité chronique de cheville. Dans les études sélectionnées dans la revue, cette caractéristique n'a pas été évaluée en amont du suivi chez les participants. De ce fait, il n'est pas possible de savoir si les participants souffraient d'instabilité chronique de cheville. Le choix d'inclure ces études a quand même été effectué puisqu'aucun test ne montrait qu'ils avaient une instabilité chronique de cheville.

L'instabilité chronique de cheville est un critère important dans l'étude de la relation entre la force des muscles de la hanche et l'entorse latérale de cheville. Des déficits significatifs pour les abducteurs, les extenseurs et les rotateurs latéraux de hanche avec des tailles d'effet petites à grandes chez une population d'instable chronique de cheville sont montrés dans la revue de systématique de Dejong et al. (66). Dans la population incluse dans la revue, certains participants peuvent être atteints d'instabilité chronique de cheville. De ce fait, ils peuvent présenter un déficit de force des muscles de la hanche. L'inclusion des études n'évaluant pas la présence d'instabilité chronique de cheville peut constituer une limite importante de cette revue au regard de l'impact possible sur les résultats.

Pour la plupart des études sélectionnées dans la revue, l'historique des entorses de cheville a été recensé chez les participants. Celui-ci n'a pas été pris en compte dans l'inclusion des participants. Certaines études transversales montrent qu'après avoir eu une ou plusieurs expériences d'entorse de cheville, les muscles de la hanche présentent une faiblesse musculaire (48,53). Là aussi, il est possible de s'interroger sur le biais encouru de ne pas exclure ces participants avec un historique d'entorse de cheville. Cependant, d'autres études comme celle Khalaj, peuvent aller dans le sens pris par les différents auteurs des articles de la revue. Dans l'article de Khalaj, une comparaison de la force des muscles de la hanche a été effectuée après l'entorse latérale de cheville. Les tests ont été faits à plusieurs moments après la blessure et cela jusqu'à trois mois après. Au niveau des résultats, aucune différence significative a été retrouvée entre le groupe des participants blessés et le groupe contrôle.

Pour aucun des groupes musculaires de la hanche testés, une différence significative s'est révélée (69).

6.3 L'intérêt des facteurs de risque

L'entorse latérale de cheville comptabilise un ensemble de facteurs de risque. Les facteurs de risque de l'entorse sont définis comme des facteurs qui augmentent le risque d'entorse latérale de cheville. Ceux-ci peuvent être classés comme facteurs intrinsèques ou comme facteurs extrinsèques. Parmi eux, l'antécédent de blessure est défini comme le plus grand contributeur à la future entorse de cheville. Ce facteur est accentué si une mauvaise rééducation a été proposée par la suite (70). Cependant, même s'il est important de le prendre en compte, ce facteur n'est pas modifiable. Effectivement, un aspect très important sur ces facteurs est leur caractère modifiable ou non. Les facteurs de risque prédisposant à une blessure ayant un caractère modifiable sont très intéressants d'un point de vue kinésithérapique puisqu'il est possible de posséder une action sur eux (61). De ce fait, pour réduire l'incidence des blessures et leurs conséquences, les facteurs de risque doivent être identifiés pour faciliter la classification des personnes qui présentent un risque accru d'entorse et ainsi pouvoir mettre en place des stratégies de prévention efficaces (62). La force des muscles de la hanche est un facteur modifiable. Elle peut être augmentée à l'aide du renforcement musculaire contre résistance par exemple (37). L'enjeu de déterminer si elle joue un rôle dans l'entorse latérale de cheville prend alors tout son sens.

Une guideline de 2021 révisant celle de 2013 publiée dans le Journal of Orthopaedic & Sport Physical Therapy semble montrer que certains groupes musculaires de la hanche possèdent un impact sur le risque d'entorse latérale de cheville. Il s'agit des abducteurs de hanche et des extenseurs de hanches qui sont définis comme facteurs de risque intrinsèques. Cependant, ces facteurs semblent signifiants pour une population précise, des footballeurs masculins. Pour chacun des groupes musculaires, une seule étude prospective est rapportée dans la guideline pour justifier l'établissement du lien entre le facteur et l'entorse de cheville (16). Des conclusions, tirées d'une étude comprenant 25 cas d'entorses latérales de cheville, semblent relativement restreintes pour s'assurer de leur véracité complète. De plus, dans la littérature, des études ne semblent pas retrouver les mêmes conclusions de cette guideline pouvant là encore restreindre les conclusions de celle-ci. Par exemple, l'article de McHugh ne

trouve pas les mêmes résultats pour la force des abducteurs (il n'a pas évalué la force des extenseurs) (71). Cet article étudie une population plus hétérogène. Elle est composée à la fois d'hommes et de femmes, les participants pratiquent des sports différents tels que le football, le basketball ou encore la gymnastique. Les résultats de l'étude ne montrent pas de différences significatives pour la force de base des abducteurs de hanches entre les groupes ayant eu une entorse latérale de cheville sans contact et le groupe n'ayant pas eu d'entorse de cheville ($P=0,43$). Dans cette étude, aucun des muscles de la hanche testée, à savoir les fléchisseurs, les adducteurs et les abducteurs, ne semble être un facteur de risque d'entorse latérale de cheville sans contact (71). D'autres études, incluant plus de participants, avec un échantillon plus représentatif de la population touché par les entorses latérales de cheville, paraissent nécessaires pour développer davantage de conclusions sur le potentiel facteur de risque.

6.4 Le rôle des muscles de la hanche

Le déficit de contrôle postural et l'augmentation du balancement postural se sont avérés être des facteurs pouvant entraîner un risque conséquent d'entorse de la cheville (72). Lors de l'appui monopodal, position retrouvée avec une grande fréquence dans le mécanisme d'entorse de cheville, la stabilité posturale tient une place importante. Lors de cet appui monopodal, les muscles de la hanche sont particulièrement activés pour favoriser la stabilisation du corps en fournissant un soutien dans le plan frontal (51,52). Le rôle des muscles de la hanche, comme les abducteurs par exemple, est à considérer au-delà de leurs actions sur le membre inférieur, ils agissent également dans le maintien de la stabilité posturale (6).

L'étude de Lee et Powers a comparé la stabilité posturale entre des individus avec une force des abducteurs plus faibles et des individus avec une force normale des abducteurs. Les résultats ont révélé que les individus ayant une force plus faible des abducteurs de la hanche présentaient une diminution de la stabilité posturale (73). Cette diminution était marquée par une augmentation du déplacement dans le plan frontal du centre de pression. Il a également été trouvé que les sujets avec une diminution de la force des abducteurs de la hanche avaient une augmentation des moments d'inversion et de d'éversion de la cheville (73). L'article de Negahban va également dans ce sens en montrant l'impact des muscles de la hanche sur la cheville (46). Il retrouve qu'un déficit de force des muscles de la hanche peut entraîner une

chute du bassin, c'est-à-dire une stabilité posturale perturbée. Cela entraînerait un mauvais placement du pied avec la possibilité d'augmentation des moments d'inversion de l'articulation sous-talienne (46). Ces accentuations des moments de mobilité de la cheville dans le sens de l'inversion et de l'éversion rappellent l'impact de l'articulation de la hanche sur les articulations sous-jacentes à travers la théorie de la chaîne cinétique. Une réaction en chaîne, avec une diminution de la stabilité posturale liée à l'articulation de hanche, semble se réaliser en ayant pour conclusion un changement de la cinétique de la cheville (44,45).

Le contrôle postural est assuré en partie par les muscles de la hanche (51,52). Un déficit de contrôle postural peut induire un changement de la cinétique de la cheville. Cela aura pour conséquence une activation supérieure des muscles de la cheville (73). Dans l'article de Lee et Powers, une activation neuromusculaire plus importante du long fibulaire a été constatée (73). Elle répond au changement de cinétique de la cheville dû aux déficits des muscles de la hanche. Cette activation accrue plus précoce des éverseurs de la cheville aurait pour but de prévenir une inversion excessive de la cheville (73). Le déficit des muscles de la hanche demanderait une action majorée des muscles de la cheville afin de suppléer ce déficit et de protéger cette articulation du mécanisme d'entorse latérale de cheville.

Le maintien de la stabilité posturale est optimal lorsque la hanche et la cheville agissent de manière coordonnée. La hanche fournit un réglage grossier du centre de masse du corps et la cheville un réglage plus fin du centre de masse du corps afin de permettre un contact efficace du pied avec le sol (73). En cas d'action diminuée de la hanche, le travail au niveau de la cheville va donc être accentué. Le contact optimal du pied avec le sol est primordial pour garantir la stabilité de la cheville et éviter le mécanisme d'entorse, puisque le mauvais positionnement du pied lors de l'atterrissage est l'étiologie la plus retrouvée dans les entorses latérales de chevilles (7). C'est pourquoi, une activité musculaire synergique optimale des articulations de la hanche, du genou et de la cheville est nécessaire pour minimiser l'impact des forces de réactions au sol imposé à la cheville, ainsi que pour adopter une position du pied appropriée lors de chaque appui au sol (48,49).

6.5 La prévention de l'entorse latérale de cheville

L'identification des facteurs de risque permettant de classer les populations à risque d'entorse, pourrait permettre à terme de réduire l'incidence de cette blessure ainsi que leurs conséquences (62). Les facteurs de risque prédisposant à une blessure ayant un caractère

modifiable sont intéressants d'un point de vue kinésithérapique puisqu'il est possible de posséder une action directe sur eux (61). L'intérêt de repérer un facteur de risque modifiable est de réaliser un travail de prévention afin de baisser ce facteur de risque entraînant la blessure.

Selon l'OMS, la prévention est « *l'ensemble des mesures visant à éviter ou réduire le nombre et la gravité des maladies, des accidents et des handicaps* ». Dans le cadre du champ musculo-squelettique, c'est la mise en place d'intervention afin que le patient diminue le risque de se blesser ou de se blesser à nouveau. La Haute Autorité de Santé (HAS), indique qu'il existe la prévention primaire, visant à diminuer l'incidence d'une maladie et réduire les risques d'apparitions. La prévention secondaire vise à diminuer la prévalence d'une maladie et regroupe les actions au début de l'apparition de la maladie en essayant de faire disparaître les facteurs de risque. Enfin, la prévention tertiaire a pour but de diminuer la prévalence des incapacités chroniques ou des récurrences (74). Dans le cadre de l'entorse latérale de cheville, la prévention primaire désigne les interventions visant à réduire le risque de la première entorse chez les personnes exposées à des facteurs de risque. La prévention secondaire désigne les interventions visant à réduire le risque de récurrence d'entorse latérale de cheville après un premier épisode d'entorse latérale de cheville. La prévention tertiaire désigne les interventions visant à réduire la progression des effets de l'entorse latérale de cheville (16).

La thérapie par l'exercice est un moyen utilisé dans les programmes de prévention. La thérapie par l'exercice regroupe un ensemble d'activités tel que la rééducation active, l'entraînement proprioceptif, les exercices neuromusculaires et le renforcement musculaire. La prévention primaire de l'entorse latérale de cheville utilisant la thérapie par l'exercice n'apporte pour le moment pas suffisamment de preuves pour soutenir l'utilisation d'exercice en amont de la première entorse de cheville selon la guideline de Vuuberg (5). Un des arguments expliquant cela est que les programmes de prévention sont coûteux en temps, ce qui peut rendre la mise en place difficile chez une population non-blessée (75). Aussi, les études réalisant de la prévention primaire mélangent souvent la prévention primaire et la prévention secondaire, il devient alors compliqué de porter des conclusions seulement sur la prévention primaire. La prévention secondaire incluant la thérapie par l'exercice semble très intéressante à mettre en place (76). Dans la méta-analyse de Doherty et al., regroupant trois revues systématiques, portant sur l'efficacité de la prévention secondaire par les exercices, une diminution

significative du risque de subir une autre entorse de cheville a été constatée (OR = 0,59 ; IC à 95% : 0,51 à 0,68) (76).

À ce jour, les études conduites utilisant des stratégies de prévention en amont de la première entorse latérale de cheville ou après la première entorse latérale de cheville n'incluent pas un renforcement spécifique des muscles de la hanche ou ne mesurent la force des muscles de la hanche. Il n'y a pas d'études dans la littérature testant un renforcement musculaire spécifique des muscles de la hanche sur une population ayant une entorse de cheville ou à risque d'entorse latérale de cheville pour évaluer l'impact du renforcement sur la pathologie.

Dans leur étude, Smith et al. ont mis en place un programme de renforcement des muscles de la hanche pendant quatre semaines à des sujets présentant une instabilité chronique de cheville (41). L'objectif était de déterminer les effets de ce programme de renforcement sur le contrôle neuromusculaire, la fonction de la cheville rapportée par le patient, ainsi que la force des muscles de la hanche. La comparaison était faite par rapport à un groupe contrôle composé de participants présentant une instabilité chronique de cheville ne réalisant pas le programme. Les résultats de l'étude ont montré une augmentation significative de la force des muscles de la hanche, une augmentation du contrôle neuromusculaire du membre inférieur par rapport au groupe contrôle. Une amélioration de la fonction de la cheville, rapportée par le patient, liée aux activités sportives est également indiquée dans le groupe entraînement. Ces résultats montrent l'intérêt du renforcement des muscles de la hanche sur une population souffrant d'instabilité de cheville (41).

Bien qu'il ne s'agisse pas de la même population que celle étudiée dans la revue, il est intéressant de constater les effets du renforcement spécifique des muscles de la hanche sur les différents paramètres. Premièrement, le renforcement des muscles de la hanche semble augmenter la force des muscles de la hanche (41). Ensuite, le renforcement pourrait permettre le développement d'autres caractéristiques tels que le contrôle moteur ou la fonction de la cheville qui sont des facteurs directement associés à la pathologie concernée (41). Environ 30 % des entorses latérales de la cheville entraînent une instabilité récurrente (41). Un modèle développé par Hiller définit l'instabilité chronique de cheville comme le résultat de la combinaison d'une d'instabilité mécanique perçue et d'entorses récurrentes (77). Ces éléments témoignent de la proximité et du lien entre les pathologies d'entorse latérale de cheville et d'instabilité chronique de cheville. Cependant les résultats sont à

nuancer fortement puisqu'il s'agit de pathologies différentes. Afin de pouvoir tenir des conclusions moins limitantes, des recherches sur une population composée de participant ayant subi une entorse latérale de cheville où un programme de renforcement des muscles de la hanche est mis en place seraient intéressantes.

Powers et al. propose dans leur étude un seuil de force des muscles de la hanche standardisé au poids du corps pour lequel le risque d'entorse latérale de cheville augmentait. Ce seuil était calculé pour les abducteurs de hanche. Si la force des abducteurs de hanche était inférieure à 33,8% du poids de corps, alors la probabilité d'entorse latérale de cheville augmentait de 11,9% à 26,7%. Ce chiffre est à nuancer en raison des taux de sensibilité et de spécificité calculés. La spécificité est de 82%, indiquant que 18% des athlètes non-blessés auraient été considérés comme futurs blessés au moment des tests. La sensibilité étant de 48%, cela signifie que 52% des athlètes blessés en cours de saison n'auraient pas été détectés à risque avec ce seuil pour le test de force en début de saison (6). La moitié des participants blessés n'aurait donc pas été jugée à risque d'entorse latérale du point de vue de la force des abducteurs au début de la saison de football. Néanmoins, il semble intéressant de trouver des valeurs pouvant permettre de définir un risque supplémentaire d'encourir la pathologie afin de pouvoir mettre en place des stratégies pour diminuer ce risque.

La force des muscles de la hanche est un facteur pouvant être liée à la lésion du ligament croisé antérieur. Une étude a calculé un seuil de la même manière que pour l'entorse latérale de cheville. Le seuil est de 35,4%, il est presque identique à celui de la cheville. Par contre, la sensibilité est de 87% et la spécificité de 65% (8). Ces différences de spécificité et de sensibilité semblent montrer que l'impact de la force des muscles de la hanche est à relativiser dans l'entorse latérale de cheville notamment par rapport à d'autres pathologies (6).

7 Conclusion

La revue systématique de la littérature tentait de répondre à l'importance de la prise en compte de la force des muscles de la hanche en vue d'une future entorse de cheville. L'objectif revenait à déterminer la potentialité de la force des muscles de la hanche comme facteur de risque d'entorse latérale de cheville. Les résultats représentés dans la revue s'orientent vers une relation entre la force des muscles de la hanche et l'entorse latérale de cheville.

Cette revue nuance les résultats énoncés par les auteurs puisque leurs études présentent un biais important. Les populations étudiées incluent des participants ayant déjà contracté des entorses et pouvant présenter une instabilité de cheville. Cette inclusion diminue conséquemment la valeur des conclusions portées sur la notion de facteur de risque et donc sur la relation de cause à effet. À travers les études présentes dans la littérature, une association entre les deux éléments semble apparaître (6,61,62). Cependant, il est compliqué de définir la force des muscles de la hanche comme un facteur de risque de première entorse latérale de cheville. De futures recherches incluant une population n'ayant aucun antécédent à la cheville seraient bénéfiques pour établir de meilleures conclusions sur la notion de facteur de risque.

Cette revue a permis de montrer que les différents groupes musculaires de la hanche ne semblent pas posséder la même relation avec l'entorse latérale de cheville. Les abducteurs de hanche et les extenseurs de hanche semblent être les groupes musculaires les plus liés à l'entorse latérale de la cheville au sein de cette revue.

Une surveillance de la force des muscles de la hanche semble intéressante afin d'optimiser et de prévenir le risque de se blesser en contrôlant un des nombreux facteurs pouvant influencer sur l'entorse latérale de cheville. En cas de déficit important, un travail de renforcement peut être mis en place pour diminuer ce déficit de force. L'entorse latérale de cheville est une pathologie multifactorielle, une force adéquate des muscles de la hanche ne permettra pas d'éviter toutes les entorses (31). Néanmoins, elle pourra permettre de ne pas faire de lien entre l'entorse latérale et la force des muscles qui composent la hanche.

Bibliographie

1. Delahunt E, Bleakley CM, Bossard DS, Caulfield BM, Docherty CL, Doherty C, et al. Clinical assessment of acute lateral ankle sprain injuries (ROAST): 2019 consensus statement and recommendations of the International Ankle Consortium. *Br J Sports Med.* oct 2018;52(20):1304-10.
2. Doherty C, Delahunt E, Caulfield B, Hertel J, Ryan J, Bleakley C. The incidence and prevalence of ankle sprain injury: a systematic review and meta-analysis of prospective epidemiological studies. *Sports Med.* janv 2014;44(1):123-40.
3. Herzog MM, Kerr ZY, Marshall SW, Wikstrom EA. Epidemiology of Ankle Sprains and Chronic Ankle Instability. *J Athl Train.* juin 2019;54(6):603-10.
4. Feger MA, Glaviano NR, Donovan L, Hart JM, Saliba SA, Park JS, et al. Current Trends in the Management of Lateral Ankle Sprain in the United States. *Clin J Sport Med.* mars 2017;27(2):145-52.
5. Vuurberg G, Hoorntje A, Wink LM, van der Doelen BFW, van den Bekerom MP, Dekker R, et al. Diagnosis, treatment and prevention of ankle sprains: update of an evidence-based clinical guideline. *Br J Sports Med.* août 2018;52(15):956-956.
6. Powers CM, Ghoddosi N, Straub RK, Khayambashi K. Hip Strength as a Predictor of Ankle Sprains in Male Soccer Players: A Prospective Study. *J Athl Train.* nov 2017;52(11):1048-55.
7. Fong DT, Chan YY, Mok KM, Yung PS, Chan KM. Understanding acute ankle ligamentous sprain injury in sports. *Sports Med Arthrosc Rehabil Ther Technol.* 30 juill 2009;1:14.
8. Khayambashi K, Ghoddosi N, Straub RK, Powers CM. Hip Muscle Strength Predicts Noncontact Anterior Cruciate Ligament Injury in Male and Female Athletes: A Prospective Study. *Am J Sports Med.* févr 2016;44(2):355-61.
9. Suchomel TJ, Nimphius S, Stone MH. The Importance of Muscular Strength in Athletic Performance. *Sports Med.* oct 2016;46(10):1419-49.

10. Namazi P, Zarei M, Hovanloo F, Abbasi H. The association between the isokinetic muscle strength and lower extremity injuries in young male football players. *Physical Therapy in Sport*. 1 sept 2019;39:76-81.
11. Michel D. Anatomie de l'appareil locomoteur : Tome 1 : Membre inférieur. Issy-les-Moulineaux: Elsevier Masson; 2015. 1 vol. (XIII-543 p.).
12. Golanó P, Vega J, de Leeuw PAJ, Malagelada F, Manzanares MC, Götzens V, et al. Anatomy of the ankle ligaments: a pictorial essay. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. mai 2010;18(5):557-69.
13. Henry G. Gray's anatomie : le manuel pour les étudiants. Issy-les-Moulineaux: Elsevier Masson; 2020.
14. Ibrahim KA. Anatomie fonctionnelle : 2 : [Membre inférieur] : 1. hanche, 2. genou, 3. cheville, 4. pied, 5. voûte plantaire, 6. marche. Paris: Maloine; 2018. 1 vol. (XII-323 p.).
15. Les entorses de la cheville Professeur François Bonnet - PDF Téléchargement Gratuit [Internet]. [cité 3 févr 2021]. Disponible sur: <https://docplayer.fr/21532173-Les-entorses-de-la-cheville-professeur-francois-bonnet.html>
16. Martin RL, Davenport TE, Fraser JJ, Sawdon-Bea J, Carcia CR, Carroll LA, et al. Ankle Stability and Movement Coordination Impairments: Lateral Ankle Ligament Sprains Revision 2021: Clinical Practice Guidelines Linked to the International Classification of Functioning, Disability and Health From the Academy of Orthopaedic Physical Therapy of the American Physical Therapy Association. *J Orthop Sports Phys Ther*. avr 2021;51(4):CPG1-80.
17. Martin RL, Davenport TE, Paulseth S, Wukich DK, Godges JJ. Ankle Stability and Movement Coordination Impairments: Ankle Ligament Sprains: Clinical Practice Guidelines Linked to the International Classification of Functioning, Disability and Health From the Orthopaedic Section of the American Physical Therapy Association. *J Orthop Sports Phys Ther*. sept 2013;43(9):A1-40.
18. Kobayashi T, Tanaka M, Shida M. Intrinsic Risk Factors of Lateral Ankle Sprain: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Health*. avr 2016;8(2):190-3.

19. Gribble PA, Delahunt E, Bleakley C, Caulfield B, Docherty C, Fourchet F, et al. Selection Criteria for Patients With Chronic Ankle Instability in Controlled Research: A Position Statement of the International Ankle Consortium. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1 août 2013;43(8):585-91.
20. Hunt KJ, Phisitkul P, Pirolo J, Amendola A. High Ankle Sprains and Syndesmotic Injuries in Athletes. *J Am Acad Orthop Surg.* nov 2015;23(11):661-73.
21. Gribble PA, Bleakley CM, Caulfield BM, Docherty CL, Fourchet F, Fong DTP, et al. Evidence review for the 2016 International Ankle Consortium consensus statement on the prevalence, impact and long-term consequences of lateral ankle sprains. *Br J Sports Med.* déc 2016;50(24):1496-505.
22. Delahunt E, Coughlan GF, Caulfield B, Nightingale EJ, Lin CWC, Hiller CE. Inclusion criteria when investigating insufficiencies in chronic ankle instability. *Med Sci Sports Exerc.* nov 2010;42(11):2106-21.
23. Skazalski C, Kruczynski J, Bahr MA, Bere T, Whiteley R, Bahr R. Landing-related ankle injuries do not occur in plantarflexion as once thought: a systematic video analysis of ankle injuries in world-class volleyball. *Br J Sports Med.* janv 2018;52(2):74-82.
24. Panagiotakis E, Mok KM, Fong DTP, Bull AMJ. Biomechanical analysis of ankle ligamentous sprain injury cases from televised basketball games: Understanding when, how and why ligament failure occurs. *J Sci Med Sport.* déc 2017;20(12):1057-61.
25. Fong DTP, Hong Y, Shima Y, Krosshaug T, Yung PSH, Chan KM. Biomechanics of supination ankle sprain: a case report of an accidental injury event in the laboratory. *Am J Sports Med.* avr 2009;37(4):822-7.
26. Hertel J. Functional Anatomy, Pathomechanics, and Pathophysiology of Lateral Ankle Instability. *J Athl Train.* 2002;37(4):364-75.
27. Lubberts B, D'Hooghe P, Bengtsson H, DiGiovanni CW, Calder J, Ekstrand J. Epidemiology and return to play following isolated syndesmotic injuries of the ankle: a prospective cohort study of 3677 male professional footballers in the UEFA Elite Club Injury Study. *Br J Sports Med.* août 2019;53(15):959-64.

28. Konradsen L, Hølmer P, Søndergaard L. Early mobilizing treatment for grade III ankle ligament injuries. *Foot Ankle*. oct 1991;12(2):69-73.
29. Malliaropoulos N, Papacostas E, Papalada A, Maffulli N. Acute lateral ankle sprains in track and field athletes: an expanded classification. *Foot Ankle Clin*. sept 2006;11(3):497-507.
30. Santé / Prévention - Définition du concept de « Prévention en Santé Publique » | AP-HM [Internet]. [cité 26 mars 2022]. Disponible sur: <http://fr.ap-hm.fr/sante-prevention/definition-concept>
31. Witchalls J, Blanch P, Waddington G, Adams R. Intrinsic functional deficits associated with increased risk of ankle injuries: a systematic review with meta-analysis. *Br J Sports Med*. juin 2012;46(7):515-23.
32. Bahr R, Holme I. Risk factors for sports injuries--a methodological approach. *Br J Sports Med*. 2003;37(5):384-92.
33. de Noronha M, Lay EK, Mcphee MR, Mnatzaganian G, Nunes GS. Ankle Sprain Has Higher Occurrence During the Latter Parts of Matches: Systematic Review With Meta-Analysis. *J Sport Rehabil*. 1 mai 2019;28(4):373-80.
34. Benfica P do A, Aguiar LT, Brito SAF de, Bernardino LHN, Teixeira-Salmela LF, Faria CDC de M. Reference values for muscle strength: a systematic review with a descriptive meta-analysis. *Braz J Phys Ther*. oct 2018;22(5):355-69.
35. Siff MC. Biomechanical Foundations of Strength and Power Training. In 2008. p. 103-39.
36. Roig M, O'Brien K, Kirk G, Murray R, McKinnon P, Shadgan B, et al. The effects of eccentric versus concentric resistance training on muscle strength and mass in healthy adults: a systematic review with meta-analysis. *Br J Sports Med*. août 2009;43(8):556-68.
37. Suchomel TJ, Nimphius S, Bellon CR, Stone MH. The Importance of Muscular Strength: Training Considerations. *Sports Med*. avr 2018;48(4):765-85.
38. Schoenfeld BJ, Ogborn DI, Vigotsky AD, Franchi MV, Krieger JW. Hypertrophic Effects of Concentric vs. Eccentric Muscle Actions: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Strength Cond Res*. sept 2017;31(9):2599-608.

39. Bamman MM, Shipp JR, Jiang J, Gower BA, Hunter GR, Goodman A, et al. Mechanical load increases muscle IGF-I and androgen receptor mRNA concentrations in humans. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* mars 2001;280(3):E383-390.
40. Stark T, Walker B, Phillips JK, Fejer R, Beck R. Hand-held dynamometry correlation with the gold standard isokinetic dynamometry: a systematic review. *PM R.* mai 2011;3(5):472-9.
41. Smith BI, Curtis D, Docherty CL. Effects of Hip Strengthening on Neuromuscular Control, Hip Strength, and Self-Reported Functional Deficits in Individuals With Chronic Ankle Instability. *J Sport Rehabil.* 1 juill 2018;27(4):364-70.
42. Neumann DA. Kinesiology of the hip: a focus on muscular actions. *J Orthop Sports Phys Ther.* févr 2010;40(2):82-94.
43. Cleland JA, Koppenhaver S. Chapitre 6 - Hanche et bassin. In: Cleland JA, Koppenhaver S, éditeurs. *Examen Clinique De L'appareil Locomoteur (Deuxième Édition)* [Internet]. Paris: Elsevier Masson; 2012 [cité 16 avr 2022]. p. 245-83. Disponible sur: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9782294714276000064>
44. Chuter VH, Janse de Jonge XAK. Proximal and distal contributions to lower extremity injury: a review of the literature. *Gait Posture.* mai 2012;36(1):7-15.
45. Karandikar N, Vargas OOO. Kinetic chains: a review of the concept and its clinical applications. *PM R.* août 2011;3(8):739-45.
46. Negahban H, Moradi-Bousari A, Naghibi S, Sarrafzadeh J, Shaterzadeh-Yazdi MJ, Goharpey S, et al. The eccentric torque production capacity of the ankle, knee, and hip muscle groups in patients with unilateral chronic ankle instability. *Asian J Sports Med.* juin 2013;4(2):144-52.
47. Franettovich Smith MM, Honeywill C, Wyndow N, Crossley KM, Creaby MW. Neuromotor control of gluteal muscles in runners with achilles tendinopathy. *Med Sci Sports Exerc.* mars 2014;46(3):594-9.
48. Friel K, McLean N, Myers C, Caceres M. Ipsilateral hip abductor weakness after inversion ankle sprain. *J Athl Train.* mars 2006;41(1):74-8.

49. Steinberg N, Dar G, Dunlop M, Gaida JE. The relationship of hip muscle performance to leg, ankle and foot injuries: a systematic review. *The Physician and Sportsmedicine*. 2 janv 2017;45(1):49-63.
50. Yen SC, Chui KK, Corkery MB, Allen EA, Cloonan CM. Hip-ankle coordination during gait in individuals with chronic ankle instability. *Gait Posture*. mars 2017;53:193-200.
51. Boren K, Conrey C, Le Coguic J, Paprocki L, Voight M, Robinson TK. ELECTROMYOGRAPHIC ANALYSIS OF GLUTEUS MEDIUS AND GLUTEUS MAXIMUS DURING REHABILITATION EXERCISES. *Int J Sports Phys Ther*. sept 2011;6(3):206-23.
52. D’Hooghe P, Cruz F, Alkhelaifi K. Return to Play After a Lateral Ligament Ankle Sprain. *Curr Rev Musculoskelet Med*. juin 2020;13(3):281-8.
53. Hubbard TJ, Kramer LC, Denegar CR, Hertel J. Contributing factors to chronic ankle instability. *Foot Ankle Int*. mars 2007;28(3):343-54.
54. Khalaj N, Vicenzino B, Heales LJ, Smith MD. Is chronic ankle instability associated with impaired muscle strength? Ankle, knee and hip muscle strength in individuals with chronic ankle instability: a systematic review with meta-analysis. *Br J Sports Med*. juill 2020;54(14):839-47.
55. McCann RS, Bolding BA, Terada M, Kosik KB, Crossett ID, Gribble PA. Isometric Hip Strength and Dynamic Stability of Individuals With Chronic Ankle Instability. *J Athl Train*. juill 2018;53(7):672-8.
56. J H, K P, M L, K S, P K, A H, et al. Association between lower extremity muscle strength and acute ankle injury in youth team-sports athletes. *Physical Therapy in Sport*. 1 mars 2021;48:188-95.
57. Cajal B, Jiménez R, Gervilla E, Montaña JJ. Doing a Systematic Review in Health Sciences. *Clínica y Salud*. juin 2020;31(2):77-83.
58. Explanation of the 2011 OCEBM Levels of Evidence — Centre for Evidence-Based Medicine (CEBM), University of Oxford [Internet]. [cité 6 janv 2022]. Disponible sur: <https://www.cebm.ox.ac.uk/resources/levels-of-evidence/explanation-of-the-2011-ocbml-levels-of-evidence>

59. Merlin T, Weston A, Tooher R. Extending an evidence hierarchy to include topics other than treatment: revising the Australian « levels of evidence ». *BMC Medical Research Methodology*. 11 juin 2009;9(1):34.
60. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG. Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *PLoS Med*. 21 juill 2009;6(7):e1000097.
61. Kawaguchi K, Taketomi S, Mizutani Y, Inui H, Yamagami R, Kono K, et al. Hip Abductor Muscle Strength Deficit as a Risk Factor for Inversion Ankle Sprain in Male College Soccer Players: A Prospective Cohort Study. *Orthop J Sports Med*. juill 2021;9(7):23259671211020290.
62. De Ridder R, Witvrouw E, Dolphens M, Roosen P, Van Ginckel A. Hip Strength as an Intrinsic Risk Factor for Lateral Ankle Sprains in Youth Soccer Players: A 3-Season Prospective Study. *Am J Sports Med*. févr 2017;45(2):410-6.
63. Bazett-Jones DM, Cobb SC, Joshi MN, Cashin SE, Earl JE. Normalizing hip muscle strength: establishing body-size-independent measurements. *Arch Phys Med Rehabil*. janv 2011;92(1):76-82.
64. Hartling L, Milne A, Hamm MP, Vandermeer B, Ansari M, Tsertsvadze A, et al. Testing the Newcastle Ottawa Scale showed low reliability between individual reviewers. *J Clin Epidemiol*. sept 2013;66(9):982-93.
65. Ottawa Hospital Research Institute [Internet]. [cité 15 avr 2022]. Disponible sur: http://www.ohri.ca/programs/clinical_epidemiology/oxford.asp
66. Dejong AF, Koldenhoven RM, Hertel J. Proximal Adaptations in Chronic Ankle Instability: Systematic Review and Meta-analysis. *Med Sci Sports Exerc*. juill 2020;52(7):1563-75.
67. Shea BJ, Hamel C, Wells GA, Bouter LM, Kristjansson E, Grimshaw J, et al. AMSTAR is a reliable and valid measurement tool to assess the methodological quality of systematic reviews. *J Clin Epidemiol*. oct 2009;62(10):1013-20.
68. Waterman BR, Owens BD, Davey S, Zacchilli MA, Belmont PJ. The epidemiology of ankle sprains in the United States. *J Bone Joint Surg Am*. 6 oct 2010;92(13):2279-84.

69. Khalaj N, Vicenzino B, Smith MD. Hip and knee muscle torque is not impaired in the first three months of a first-time lateral ankle sprain. *Phys Ther Sport*. janv 2022;53:1-6.
70. Engebretsen AH, Myklebust G, Holme I, Engebretsen L, Bahr R. Intrinsic risk factors for acute ankle injuries among male soccer players: a prospective cohort study. *Scand J Med Sci Sports*. juin 2010;20(3):403-10.
71. McHugh MP, Tyler TF, Tetro DT, Mullaney MJ, Nicholas SJ. Risk factors for noncontact ankle sprains in high school athletes: the role of hip strength and balance ability. *Am J Sports Med*. mars 2006;34(3):464-70.
72. Lee SP, Powers C. Fatigue of the hip abductors results in increased medial-lateral center of pressure excursion and altered peroneus longus activation during a unipedal landing task. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. juin 2013;28(5):524-9.
73. Lee SP, Powers CM. Individuals with diminished hip abductor muscle strength exhibit altered ankle biomechanics and neuromuscular activation during unipedal balance tasks. *Gait Posture*. mars 2014;39(3):933-8.
74. presentation_generale_rbpp_sante_mineurs_jeunes_majeurs.pdf [Internet]. [cité 30 mars 2022]. Disponible sur: https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2018-03/presentation_generale_rbpp_sante_mineurs_jeunes_majeurs.pdf
75. Kaminski TW, Needle AR, Delahunt E. Prevention of Lateral Ankle Sprains. *J Athl Train*. juin 2019;54(6):650-61.
76. Doherty C, Bleakley C, Delahunt E, Holden S. Treatment and prevention of acute and recurrent ankle sprain: an overview of systematic reviews with meta-analysis. *Br J Sports Med*. janv 2017;51(2):113-25.
77. Hiller CE, Kilbreath SL, Refshauge KM. Chronic ankle instability: evolution of the model. *J Athl Train*. avr 2011;46(2):133-41.

Annexes

Catégorie	Item	Cotations
Selection	1) Is the case definition adequate?	a) Truly representative (one star) b) Somewhat representative (one star) c) Selected group d) No description of the derivation of the cohort
	2) Representativeness of the cases	a) Drawn from the same community as the exposed cohort (one star) b) Drawn from a different source c) No description of the derivation of the non exposed cohort
	3) Ascertainment of exposure	a) Secure record (e.g., surgical record) (one star) b) Structured interview (one star) c) Written self report d) No description e) Other
	4) Demonstration that outcome of interest was not present at start of study	a) Yes (one star) b) No
Comparability	1) Comparability of cohorts on the basis of the design or analysis controlled for confounders	a) The study controls for age, sex and marital status (one star) b) Study controls for other factors (list) _____ (one star) c) Cohorts are not comparable on the basis of the design or analysis controlled for confounders
Outcome	1) Assessment of outcome	a) Independent blind assessment (one star) b) Record linkage (one star) c) Self report d) No description e) Other
	2) Was follow-up long enough for outcomes to occur	a) Yes (one star) b) No Indicate the median duration of follow-up and a brief rationale for the assessment above: _____
	3) Adequacy of follow-up of cohorts	a) Complete follow up- all subject accounted for (one star) b) Subjects lost to follow up unlikely to introduce bias- number lost less than or equal to 20% or description of those lost suggested no different from those followed. (one star) c) Follow up rate less than 80% and no description of those lost d) No statement

Note: A study can be given a maximum of one star for each numbered item within the Selection and Outcome categories. A maximum of two stars can be given for Comparability.

Thresholds for converting the Newcastle-Ottawa scales to AHRQ standards (good, fair, and poor) :

- **Good quality** : 3 or 4 stars in selection domain AND 1 or 2 stars in comparability domain AND 2 or 3 stars in outcome/exposure domain
- **Fair quality** : 2 stars in selection domain AND 1 or 2 stars in comparability domain AND 2 or 3 stars in outcome/exposure domain
- **Poor quality** : 0 or 1 star in selection domain OR 0 stars in comparability domain OR 0 or 1 stars in outcome/exposure domain

Annexe 1 : Newcastle-Ottawa Scale (NOS)

Catégorie	Item	Cotations
Selection	1) Is the case definition adequate?	a) Truly representative (one star) b) Somewhat representative (one star) c) Selected group d) No description of the derivation of the cohort
	2) Representativeness of the cases	a) Drawn from the same community as the exposed cohort (one star) b) Drawn from a different source c) No description of the derivation of the non exposed cohort
	3) Ascertainment of exposure	a) Secure record (e.g., surgical record) (one star) b) Structured interview (one star) c) Written self report d) No description e) Other
	4) Demonstration that outcome of interest was not present at start of study	a) Yes (one star) b) No
Comparability	1) Comparability of cohorts on the basis of the design or analysis controlled for confounders	a) The study controls for age, sex and marital status (one star) b) Study controls for other factors (list) (one star) (IMC, antécédents ELC, Amplitude articulaire, équilibre, souplesse musculaire, force muscuilaire) c) Cohorts are not comparable on the basis of the design or analysis controlled for confounders
Outcome	1) Assessment of outcome	a) Independent blind assessment (one star) b) Record linkage (one star) c) Self report d) No description e) Other
	2) Was follow-up long enough for outcomes to occur	a) Yes (one star) b) No Indicate the median duration of follow-up and a brief rationale for the assessment above: _____
	3) Adequacy of follow-up of cohorts	a) Complete follow up- all subject accounted for (one star) b) Subjects lost to follow up unlikely to introduce bias- number lost less than or equal to 20% or description of those lost suggested no different from those followed. (one star) c) Follow up rate less than 80% and no description of those lost d) No statement
Total		9 étoiles (Selection : 4 étoiles / Comparatibility : 2 étoiles / Outcome : 3 étoiles) Good Quality

Note: A study can be given a maximum of one star for each numbered item within the Selection and Outcome categories. A maximum of two stars can be given for Comparability.

Annexe 2 : Newcastle-Ottawa Scale de l'étude de Kawaguchi (61)

Catégorie	Item	Cotations
Selection	1) Is the case definition adequate?	a) Truly representative (one star) b) Somewhat representative (one star) c) Selected group d) No description of the derivation of the cohort
	2) Representativeness of the cases	a) Drawn from the same community as the exposed cohort (one star) b) Drawn from a different source c) No description of the derivation of the non exposed cohort
	3) Ascertainment of exposure	a) Secure record (e.g., surgical record) (one star) b) Structured interview (one star) c) Written self report d) No description e) Other
	4) Demonstration that outcome of interest was not present at start of study	a) Yes (one star) b) No
Comparability	1) Comparability of cohorts on the basis of the design or analysis controlled for confounders	a) The study controls for age, sex and marital status (one star) b) Study controls for other factors (list) _____ (one star) (Taille, poids, force musculaire, antécédents ELC, IMC) c) Cohorts are not comparable on the basis of the design or analysis controlled for confounders
Outcome	1) Assessment of outcome	a) Independent blind assessment (one star) b) Record linkage (one star) c) Self report d) No description e) Other
	2) Was follow-up long enough for outcomes to occur	a) Yes (one star) b) No Indicate the median duration of follow-up and a brief rationale for the assessment above: _____
	3) Adequacy of follow-up of cohorts	a) Complete follow up- all subject accounted for (one star) b) Subjects lost to follow up unlikely to introduce bias- number lost less than or equal to 20% or description of those lost suggested no different from those followed. (one star) c) Follow up rate less than 80% and no description of those lost d) No statement
Total		8 étoiles (Selection : 4 étoiles / Comparatibility : 2 étoiles / Outcome : 2 étoiles) Good Quality

Note: A study can be given a maximum of one star for each numbered item within the Selection and Outcome categories. A maximum of two stars can be given for Comparability.

Annexe 3 : Newcastle-Ottawa Scale étude de Powers (6)

Catégorie	Item	Cotations
Selection	1) Is the case definition adequate?	a) Truly representative (one star) b) Somewhat representative (one star) c) Selected group d) No description of the derivation of the cohort
	2) Representativeness of the cases	a) Drawn from the same community as the exposed cohort (one star) b) Drawn from a different source c) No description of the derivation of the non exposed cohort
	3) Ascertainment of exposure	a) Secure record (e.g., surgical record) (one star) b) Structured interview (one star) c) Written self report d) No description e) Other
	4) Demonstration that outcome of interest was not present at start of study	a) Yes (one star) b) No
Comparability	1) Comparability of cohorts on the basis of the design or analysis controlled for confounders	a) The study controls for age, sex and marital status (one star) b) Study controls for other factors (list) _____ (one star) (IMC, force musculaire, exposition blessure, expérience football) c) Cohorts are not comparable on the basis of the design or analysis controlled for confounders
Outcome	1) Assessment of outcome	a) Independent blind assessment (one star) b) Record linkage (one star) c) Self report d) No description e) Other
	2) Was follow-up long enough for outcomes to occur	a) Yes (one star) b) No Indicate the median duration of follow-up and a brief rationale for the assessment above: _____
	3) Adequacy of follow-up of cohorts	a) Complete follow up- all subject accounted for (one star) b) Subjects lost to follow up unlikely to introduce bias- number lost less than or equal to 20% or description of those lost suggested no different from those followed. (one star) c) Follow up rate less than 80% and no description of those lost d) No statement
Total		9 étoiles (Selection : 4 étoiles / Comparatibility : 2 étoiles / Outcome : 3 étoiles) Good Quality

Note: A study can be given a maximum of one star for each numbered item within the Selection and Outcome categories. A maximum of two stars can be given for Comparability.

Annexe 4 : Newcastle-Ottawa Scale étude de De Ridder (62)