



**HAL**  
open science

# Intérêt des programmes proprioceptifs, dans la prévention des entorses de cheville primaire et récidivante, chez les athlètes à risque.

Lucie Moerel

► **To cite this version:**

Lucie Moerel. Intérêt des programmes proprioceptifs, dans la prévention des entorses de cheville primaire et récidivante, chez les athlètes à risque.. Sciences du Vivant [q-bio]. 2024. dumas-04772995

**HAL Id: dumas-04772995**

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04772995v1>

Submitted on 8 Nov 2024

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

**AIX-MARSEILLE UNIVERSITÉ  
ÉCOLE DES SCIENCES DE LA RÉADAPTATION  
FORMATION EN MASSO-KINÉSITHÉRAPIE**

**INTÉRÊT DES PROGRAMMES  
PROPRIOCEPTIFS, DANS LA PRÉVENTION  
DES ENTORSES DE CHEVILLE PRIMAIRE ET  
RÉCIDIVANTE, CHEZ LES ATHLÈTES À  
RISQUE**

**MOEREL Lucie**

**Directeur de mémoire: Mr. MENAHEM Stephan**

## REMERCIEMENTS

Je tiens tout d'abord à remercier chaleureusement mon directeur de mémoire, Monsieur MENAHEM Stephan, pour son soutien, sa guidance ainsi que ses conseils. Son engagement et le temps qu'il a investi envers mon projet a grandement contribué à son aboutissement.

Je tiens également à exprimer ma gratitude envers le personnel et les enseignants de l'Institut de Formation en Masso-Kinésithérapie. Leur dévouement et leur expertise ont été des piliers dans mon parcours académique, mon développement professionnel et personnel. Leur passion pour la kinésithérapie a été une source d'inspiration constante.

À ma famille, mes parents, mon frère, je vous remercie. D'abord pour votre présence, votre soutien, vos encouragements constants, mais surtout pour votre amour inestimable, qui m'a accompagné tout au long de mon parcours professionnel et de vie.

À mes amis, à mes futurs confrères, merci pour tous ces beaux moments de vie et de partages. J'espère poursuivre loin à vos précieux cotés.

Merci à Charlotte et à Elijah, qui savent déjà tout ce qu'elles représentent et m'apportent...

Finalement, je suis reconnaissante envers toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin, à l'accomplissement de ce mémoire. Leur aide a été précieuse et a fortement enrichi mon expérience.

# TABLES DES MATIÈRES

<b>1. Introduction .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Sports collectifs de pivot et de réception.....</b>	<b>1</b>
1.1.1 Présentation .....	1
1.1.2 Épidémiologie des blessures sportives .....	1
1.1.3 Les pivots et les réceptions de sauts .....	2
1.1.4 Les facteurs de risque de l'entorse de cheville chez ces athlètes .....	2
1.1.5 Répercussion sur la performance et la continuité de la pratique sportive .....	3
<b>1.2 Ostéologie et arthrologie de la cheville et du pied .....</b>	<b>4</b>
1.2.1 L'articulation talo-crurale.....	4
1.2.2 Les articulations tibio-fibulaires supérieure et inférieure.....	4
1.2.3 Les articulations du pied : la subtalaire .....	5
<b>1.3 Stabilisation passive de la cheville.....</b>	<b>5</b>
1.3.1 Stabilisation passive : les capsules articulaires.....	5
1.3.2 Stabilisation passive : les ligaments .....	5
<b>1.4 Stabilisation active : myologie de la cheville et du pied .....</b>	<b>8</b>
1.4.1 Les muscles intrinsèques du pied .....	8
<b>1.5 Cinésiologie de la cheville et du pied.....</b>	<b>9</b>
1.5.1 Cinésiologie de la cheville et du pied.....	9
<b>1.6 L'entorse de cheville .....</b>	<b>10</b>
1.6.1 Définition et épidémiologie .....	10
1.6.2 Les mécanismes lésionnels .....	10
1.6.3 Les différents grades de l'entorse de cheville.....	11
1.6.4 Le diagnostic de l'entorse de cheville .....	13
1.6.5 Les conséquences et complications de l'entorse de cheville.....	16
<b>1.7 Contrôle postural et proprioception .....</b>	<b>17</b>
1.7.1 Concepts et mécanismes.....	17
1.7.2 Les mécanorécepteurs de la proprioception .....	18
1.7.3 Rôle de la proprioception dans la stabilité et le contrôle moteur .....	18
1.7.4 Proprioception et sport.....	19
1.7.5 La rééducation proprioceptive .....	19
<b>1.8 But de la revue de littérature et problématique.....</b>	<b>20</b>
<b>2 Méthode.....</b>	<b>21</b>
<b>2.1 Critères d'éligibilité des études : .....</b>	<b>21</b>
2.1.1 Les schémas d'études .....	21
2.1.2 Les critères inclusions et d'exclusions des éléments de la problématique : .....	21
<b>2.2 Méthodologie de recherche des études.....</b>	<b>23</b>
2.2.1 Bases de données consultées .....	23
2.2.2 Équation de recherche .....	24
2.2.3 Stratégie de recherche.....	25
<b>2.3 Méthodologie d'extraction et d'analyse des données .....</b>	<b>26</b>
2.3.1 Sélection des études.....	26
2.3.2 Qualité méthodologique des études sélectionnées.....	26
2.3.3 Extraction des données .....	26
2.3.4 Méthodologie de synthèse et d'analyse des résultats .....	27
<b>3 Résultats.....</b>	<b>29</b>
<b>3.1 Description des études .....</b>	<b>29</b>

3.1.1	Diagramme de flux .....	29
3.1.2	Exclusion des études.....	30
3.1.3	Inclusion des études.....	30
<b>3.2</b>	<b>Risque de biais des études incluses.....</b>	<b>38</b>
3.2.1	Grille d'analyse PEDro.....	38
3.2.2	Synthèse des risques de biais des études incluses .....	38
<b>3.3</b>	<b>Effet de l'intervention sur les critères de jugements .....</b>	<b>39</b>
3.3.1	Synthèse qualitative.....	40
3.3.2	Synthèse quantitative : la méta-analyse.....	42
<b>4</b>	<b>Discussion.....</b>	<b>44</b>
<b>4.1</b>	<b>Analyse des principaux résultats.....</b>	<b>44</b>
4.1.1	Analyse par article d'après le tableau récapitulatif.....	44
4.1.2	Analyse globale du critère de jugement primaire : la méta-analyse.....	47
4.1.3	Analyse globale des critères de jugement secondaire.....	50
<b>4.2</b>	<b>Analyse des niveaux de preuves des résultats .....</b>	<b>51</b>
4.2.1	Gradation de recommandation de la HAS .....	51
4.2.2	Système GRADE.....	52
<b>4.3</b>	<b>Applicabilité des résultats en pratique clinique .....</b>	<b>54</b>
4.3.1	La Population.....	54
4.3.2	Les Interventions .....	55
4.3.3	Les Comparateurs .....	55
4.3.4	Les Critères de jugement .....	56
4.3.5	La balance bénéfices-risques.....	56
<b>4.4</b>	<b>Limites et biais potentiels de la revue .....</b>	<b>57</b>
4.4.1	Synthèse et analyse critique des biais.....	57
4.4.2	Synthèse et analyse des résultats AMSTAR.....	58
<b>5</b>	<b>Conclusion.....</b>	<b>60</b>
<b>5.1</b>	<b>Implication pour la pratique clinique.....</b>	<b>60</b>
<b>5.2</b>	<b>Implication pour la recherche .....</b>	<b>60</b>
<b>6</b>	<b>Bibliographie.....</b>	<b>62</b>
<b>7</b>	<b>Annexes.....</b>	<b>70</b>

# LISTES DES ABRÉVIATIONS

**AMEDA** : Active Movement Extent Discrimination Assessment

**AMSTAR** : A MeaSurement Tool to Assess systematic Reviews

**CF** : Court Fibulaire

**GRADE** : Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation

**HAS** : Haute Autorité de Santé

**JPS** : Joint Position Sense

**LCF** ou **LCL** : Ligament Collatéral Fibulaire ou Latéral

**LCT** ou **LCM** : Ligament Collatéral Tibial ou Médial

**LF** : Long Fibulaire

**LFH** : Long Fléchisseur de l'Hallux

**LFO** : Long Fléchisseur des Orteils

**RR** : Risque Relatif ou Risque Ratio

**SEBT** : Star Excursion Balance Test

**SNC** : Système Nerveux Central

**TA** : Tibial Antérieur

**TDPM** : Threshold for Detection Passive Motion

**TP** : Tibial Postérieur

**TS** : Triceps Sural

**YBT** : Y Balance Test

# TABLE DES TABLEAUX

Tableau I : Facteurs de risques intrinsèques non-modifiables et extrinsèques de l'entorse de cheville .....	12
Tableau II : Facteurs de risque intrinsèques modifiables de l'entorse de cheville .....	13
Tableau III : Les Critères d'Ottawa .....	14
Tableau IV : Critères d'éligibilité de la revue de littérature .....	23
Tableau V : Mots clés et MeSH Terms .....	24
Tableau VI : Équation de recherche principale .....	24
Tableau VII : Traduction française de l'équation de recherche principale .....	25
Tableau VIII : Nombre de références obtenues par base de données .....	25
Tableau IX : Méthodologie d'extractions des données .....	27
Tableau X : Articles exclus .....	30
Tableau XI : Articles inclus.....	30
Tableau XII : Tableau résumé de Verhagen E. and al. 2004. [93] .....	31
Tableau XIII : Tableau résumé de McGuine TA. and al. 2006. [94] .....	32
Tableau XIV : Tableau résumé de Emery CA. and al. 2007. [95] .....	33
Tableau XV : Tableau résumé de Mohammadi F. 2007. [96].....	34
Tableau XVI : Tableau résumé de Eils E. and al. 2010. [97].....	35
Tableau XVII : Tableau résumé de Emery CA. and al. 2010. [98].....	36
Tableau XVIII : Tableau résumé de Stojanović E. and al. 2023. [99] .....	37
Tableau XIX : l'Échelle PEDro.....	39
Tableau XX : Tableau récapitulatif des résultats du critère de jugement principal .....	40
Tableau XXI : Forest Plot: Incidence d'entorses sur la durée de suivie .....	43
Tableau XXII : Forest Plot: Incidence d'entorses pour 1000 expositions sportives par joueur	43
Tableau XXIII : Système GRADE .....	53
Tableau XXIV : Grille AMSTAR-2.....	59

## TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Articulation talo-crurale et tibio-fibulaire inférieure [15] .....	5
Figure 2 : Articulation subtalaire antérieure (4) et postérieure (1) [15] .....	5
Figure 3 : Ligament collatéral fibulaire de la cheville [16].....	6
Figure 4 : Ligament collatéral tibial de la cheville : plan profond (a) et superficiel (b) [16] ....	7
Figure 5 : Ligaments tibio-fibulaire antérieur (1) et postérieur (2) de la cheville [16].....	7
Figure 6 : Ligament talo-calcanéen interosseux [16] .....	7
Figure 7 : Action du 3ème fibulaire [19].....	8
Figure 8 : Action de serrage de la pince tibio-fibulaire par le long fibulaire [19] .....	8
Figure 9 : Action de sustentation de la malléole latérale par le long fibulaire [19] .....	8
Figure 10 : Action du long fléchisseur de l'hallux en chaîne fermée (a) et ouverte (b) [19].....	8
Figure 11 : Cinésiologie de la cheville et du pied [101] .....	9
Figure 12 : Test de Keigler .....	15
Figure 13 : Inversion Talar Tilt Test .....	15
Figure 14 : Test du tiroir antérieur .....	15
Figure 15 : Test de Hopkinson .....	15
Figure 16 : Diagramme de flux .....	29

# 1. Introduction

Les atteintes concernant les chevilles et principalement les entorses sont aujourd'hui une des plus grandes causes de prise en charge de la kinésithérapie en libérale. C'est pourquoi, encore plus dans le domaine du sport, il est important de savoir comment mieux les prévenir. Aujourd'hui il existe plusieurs techniques permettant d'éviter les récurrences d'entorses de cheville.

Ce mémoire aura pour but de présenter les actions visant à améliorer la proprioception, perçu comme un outil essentiel dans la prévention primaire des entorses de cheville mais aussi dans la prévention secondaire des entorses récurrentes. Le risque de se blesser à nouveau étant plus élevé que le risque de se faire une première entorse, la prévention de la première entorse est cruciale.

Pour ce faire, il est important de comprendre les caractéristiques internes à la cheville ainsi que d'identifier et cibler les caractéristiques fonctionnelles, anatomiques et mécaniques liées aux risques de blessure. Cela aura pour but de développer des interventions de prévention et de traitement visant à réduire ces lésions ainsi que leurs complications physiques et psychologiques, qu'il s'agisse d'une cheville saine ou précédemment blessée. [1]

## 1.1 Sports collectifs de pivot et de réception

### 1.1.1 Présentation

La population étudiée dans ce mémoire se portera sur les sportifs pratiquants des pivots ainsi que les sports à réception. En effet, ce sont des sports marqués par l'entorse de cheville et ils comprennent la plupart du temps les mêmes mécanismes lésionnels. Les sports collectifs représentés seront : le basket-ball, le volley-ball, le hand-ball, le football et le futsal. Le choix du collectif est important pour l'homogénéité des différentes populations, recueillies dans un second temps.

### 1.1.2 Épidémiologie des blessures sportives

Comprendre l'épidémiologie est essentiel pour améliorer la santé musculosquelettique de la population et encourager une vie active en bonne santé. [2] Les lésions sportives semblent être plus présentes au niveau des membres inférieurs comparativement au reste du corps. [3] Dans la majorité des cas examinés, les foulures musculaires et les entorses ligamentaires se sont avérées être des atteintes musculosquelettiques liées au sport. [4]

En effet, l'entorse latérale de cheville, à elle seule, représente jusqu'à 30% de toutes les blessures sportives. [5] Ce taux d'incidence variait considérablement selon le sport pratiqué et été généralement lié aux sports de course, de coupe et de saut. [6] Tout comme le **basket-ball** [7][8], le **football**, [8][9], le **volley-ball** [6] et le **handball** [3], apparaissant avec les taux les plus importants d'entorses de cheville.

#### 1.1.2.1 *Le handball*

On retrouve principalement des blessures ligamentaires au niveau du genou correspondant à 26% des blessures de ce sport comme le ligament croisé antérieur. L'entorse de cheville présente à 19%, se trouve en 2<sup>ème</sup> position avec essentiellement une atteinte des ligaments talo-fibulaires. [3]

### *1.1.2.2 Le volleyball*

Dans ce sport, la cheville et son complexe ligamentaire sont les plus fréquemment blessés, mais le genou, l'épaule, le bas du dos et les doigts sont également altérables. [10]

### *1.1.2.3 Le basketball*

Les blessures liées au basket-ball sont la plupart du temps orthopédique comprenant habituellement des entorses ligamentaires et des foulures musculo-tendineuses. Les membres inférieurs vont être majoritairement touchés, avec en premier lieu la cheville comprenant 39% des blessures au basketball puis le genou. [4]

### *1.1.2.4 Le football et le futsal*

Là également, les articulations des membres inférieurs sont les plus fréquemment touchées, principalement au niveau du genou et de la cheville. La plupart d'entre-elles sont minimales et résultent de contusions, de foulures et d'entorses. [6]

## 1.1.3 Les pivots et les réceptions de sauts

### *1.1.3.1 Mécanismes, mouvements caractéristiques et sollicitations de la cheville*

- Les pivots sportifs se réfèrent à des mouvements de rotation rapides autour de l'axe corporel, la plupart du temps au niveau des pieds ou des hanches. Plusieurs structures anatomiques de la cheville sont sollicitées lors des pivots, notamment les ligaments latéraux de la cheville soumis à des forces de torsion et la contraction musculaires pour maintenir la stabilité.

- Les réceptions correspondent au moment du saut où l'athlète réattéri sur ses pieds. La qualité de l'absorption du choc par les membres inférieurs est cruciale pour assurer la stabilité, éviter les blessures et maintenir le contrôle du mouvement. Les articulations et les ligaments du complexe de la cheville subissent des contraintes importantes lors de l'atterrissage, ces forces sont physiologiquement atténuées par la contraction des muscles stabilisateurs. Une mauvaise réception peut augmenter le risque de blessures ligamentaires.

### *1.1.3.2 Les sports impliqués*

Dans plusieurs sports comme le basketball, le volleyball, le handball, le football et le futsal les joueurs doivent effectuer des pivots et des réceptions de saut. Les sauts sont remarquables en attaque pour tirer, réceptionner des passes, remporter des duels aériens, mais aussi en défense pour contrer des tirs et récupérer des rebonds. Les pivots défensifs vont permettre de suivre son adversaire tout en anticipant ses mouvements, d'ajuster sa position en fonction de l'emplacement du ballon. À l'inverse les pivots offensifs permettent de se protéger et d'échapper à la pression défensive, de réceptionner et de bloquer des attaques. Ce sont des actions qui doivent être coordonnées et réalisées à grande vitesse pour être performantes.

## 1.1.4 Les facteurs de risque de l'entorse de cheville chez ces athlètes

L'identification des facteurs de risque extrinsèques, liés à ces sports permettent une meilleure prévention de l'entorse de cheville, jugée comme la blessure sportive la plus courante.

#### 1.1.4.1 *Supports externes et terrains*

La pratique de sport sur des terrains changeants, irréguliers ou glissants, associée au port de chaussures inadaptées, abimées ou de mauvaise qualité ne maintenant pas suffisamment la cheville et n'amortissant pas assez les chocs, sont des facteurs de risque de l'entorse. [11]

#### 1.1.4.2 *Sport et actions de jeu*

Dans ces sports, nous retrouvons une grande variabilité de mouvements répétitifs à vitesse maximale, plus ou moins brutaux et soudains, demandant une grande rapidité de contraction musculaire. [3] Parmi ces mouvements, on retrouve les accélérations, les changements de direction, les sauts, les atterrissages et réceptions de sauts, les projections, les freinages, les sprints, les lancés, les poussées, les tractions et les contacts aériens et terrestres... [3] De plus, ces actions de jeu sont source d'instabilité et d'incertitude pour les athlètes, ajouté au facteur unilatéral de ces mouvements qui sont réalisés la majorité du temps avec les membres dominants. [3] L'ensemble des actions sportives peuvent donc, en elles-mêmes, augmenter le risque d'entorse de cheville.

#### 1.1.4.3 *Moments de jeu*

Au cours de la saison sportive, les matchs et les entraînements augmentent en nombre, en durée et en intensité. Les demandes énergétiques et musculaires sont donc de plus en plus conséquentes. Une étude centrée sur les handballeurs, a montré que le risque de blessure était 3 à 10 fois plus élevé lors des compétitions, d'autant plus à leur seconde moitié, que pendant les phases d'entraînement ou de préparation. [12] Les lésions faites durant les matchs, sont également plus graves et demandent une période de repos et de récupération plus importante. [12] L'incidence des entorses de cheville augmente avec le niveau des joueurs et donc avec les grades de qualification. [13]

#### 1.1.4.4 *Psychologiques*

Beaucoup de facteurs psychologiques rentrent en compte dans l'incidence des blessures en général, mais également des entorses de cheville. En effet, dans de nombreux sports, les exigences physiques et psychologiques, de l'entourage et envers soi-même, augmentent d'autant plus que le niveau de compétition grandit et que les enjeux deviennent importants. [3] Cela entraîne souvent des facteurs de stress et d'angoisse chez ses sportifs, ainsi que différents niveaux d'épuisements, pouvant amener à des blessures de fatigue. La surcharge horaire, la multiplication des heures de jeu et appartenir à une catégorie trop élevée, peuvent accentuer ce phénomène.

### 1.1.5 Répercussion sur la performance et la continuité de la pratique sportive

Les entorses de cheville chez les sportifs peuvent avoir des conséquences à court terme comme une invalidité. Chez 40% d'entre eux, cette invalidité peut se transformer à long terme en une incapacité physique résiduelle avec une reprise sportive compromise. [14] On retrouve également un impact non négligeable concernant les clubs sportifs et l'absentéisme des joueurs aux entraînements et aux compétitions. Le taux de récurrences, les symptômes résiduels et les potentielles diminutions de performances, ont des répercussions physiques et psychologiques sur les athlètes. [7] En effet, un arrêt dans la saison, peut être frustrant moralement et physiquement pour les sportifs ainsi que pour leurs entraîneurs.

La mise en place des programmes de prévention est donc un outil non négligeable afin de diminuer l'incidence des entorses et ses répercussions. [2] Le nombre de blessures a considérablement diminué, grâce à l'amélioration des mesures préventives, notamment lors de la comparaison des Coupes du monde de football de 1998 à 2014. [4]

La stabilité de la cheville va dépendre de l'interaction entre la géométrie osseuse, les tissus mous, les muscles et le système nerveux central grâce à la réception sensorielle, la planification du mouvement et la réponse motrice périphérique. [1]

## 1.2 Ostéologie et arthrologie de la cheville et du pied

L'arthrologie et l'ostéologie sont des éléments permettant d'apprécier l'architecture et les mécanismes des différents mouvements initiés au sein du complexe de la cheville. Elles permettent de comprendre la physiologie et de ce fait la physiopathologie de l'entorse de cheville. [15] [16]

La cheville est un complexe articulaire composée de trois articulations, la talo-crurale ainsi que les deux articulations tibio-fibulaires : supérieure et inférieure. Les articulations de l'arrière-pied, notamment la subtalaire, seront, elles aussi importantes dans le bon fonctionnement de ce complexe.

### 1.2.1 L'articulation talo-crurale

Cette articulation met en jeu la pince tibio-fibulaire permettant de guider le talus (*Figure 1*). Les faces médiale et latérale du talus se rattachent donc de chaque côté à la talo-crurale.

#### 1.2.1.1 *Les faces supérieure, médiale et latérale du talus*

- La face supérieure du talus en poulie pleine, permet une articulation trochléenne avec le pilon tibial.
- La face médiale du talus va correspondre à la face latérale de la malléole tibiale. Cette surface plane fait référence aux mouvements d'avancée et de recul du talus.
- La face latérale du talus est occupée par la surface articulaire avec la malléole latérale. La partie inférieure hyper-concave correspond au bec du talus.

#### 1.2.1.2 *La face inférieure du pilon tibial et la face latérale de la malléole tibiale*

- La face inférieure du tibia est articulée avec la face supérieure du corps du talus. De plus, son bord postérieur donne la 3<sup>ème</sup> malléole de Destot, se révélant être une zone de fragilité.

#### 1.2.1.3 *La face médiale de la malléole fibulaire*

- La moitié supérieure de cette face médiale correspond à l'articulation tibio-fibulaire inférieure.

### 1.2.2 Les articulations tibio-fibulaires supérieure et inférieure

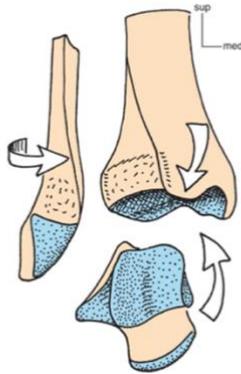
Le segment jambier est composé d'un cadre osseux comprenant le tibia en dedans et la fibula en dehors. Entre ses deux os, la membrane articulaire, zone d'insertion musculaire, sépare et maintient les compartiments antérieur et postérieur. Ces articulations permettent la mobilité de la malléole latérale, descendant plus bas et se trouvant plus en arrière que la malléole tibiale. Elles ont un rôle mécanique important à jouer et ne doivent pas être mises de côté lors du traitement de la cheville.

#### 1.2.2.1 *Articulation tibio-fibulaire supérieure*

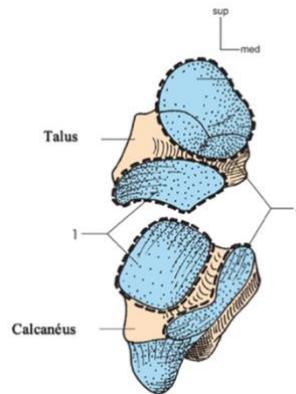
Cette dernière est souvent négligée mais joue un rôle important quant à la mobilité de cheville, grâce à ses mouvements de bâillement lors de la flexion dorsale. Elle réunit l'extrémité supérieure de la face antéro-médiale de la fibula et de la face latérale du tibia. Ce sont deux surfaces planes formant un plan de glissement. Les muscles de la face latérale du tibia assurent la coaptation de cette articulation.

### 1.2.2.2 Articulation tibio-fibulaire inférieure

Cette dernière réunit l'extrémité inférieure de la face latérale du tibia et de la face médiale de la fibula (*Figure 1*). Elle prend la forme d'une pince, créant des mouvements de resserrement et d'écartement des malléoles : c'est la **syndesmose**.



*Figure 1* : Articulation talo-crurale et tibio-fibulaire inférieure [15]



*Figure 2* : Articulation subtalaire antérieure (4) et postérieure (1) [15]

### 1.2.3 Les articulations du pied : la subtalaire

La subtalaire permet la transition entre les différents segments verticaux du corps et la partie terminale horizontale formant le pied. Elle met en jeu la face inférieure du talus et la face supérieure du calcaneus, composée de deux surfaces articulaires : antérieure et postérieure (*Figure 2*).

Cette articulation est responsable de la stabilité et de la mobilité dans les trois plans de l'espace de l'arrière-pied. Sa mécanique est indispensable pour permettre un bon appui au sol et pour supporter le poids du corps par une bonne répartition des pressions.

- La surface articulaire antérieure : associe la face inférieure de la tête du talus à la face supérieure du calcaneus ainsi que du sustentaculum tali.
- La surface articulaire postérieure ou thalamus : associe la face supérieure de la partie moyenne du calcaneus et la face inférieure du corps du talus.

## 1.3 Stabilisation passive de la cheville

La stabilisation passive est assurée par les capsules articulaires ainsi que par les différents ligaments autour du complexe de la cheville. Ils vont permettre, par leur tension, le maintien des articulations, en limitant leurs mouvements. Leur intégrité, et surtout celle des ligaments, est importante pour le bon fonctionnement de la cheville et fait partie des facteurs préventifs de l'entorse de cheville.

### 1.3.1 Stabilisation passive : les capsules articulaires

Nous retrouvons différentes capsules pour chacune des articulations citées précédemment, enveloppant les pourtours des surfaces articulaires. Ces manchons capsulaires comportent des culs de sacs, gérés par certains muscles, notamment le tibial antérieur et le triceps sural, afin d'éviter les coincements capsulaires. [16]

### 1.3.2 Stabilisation passive : les ligaments

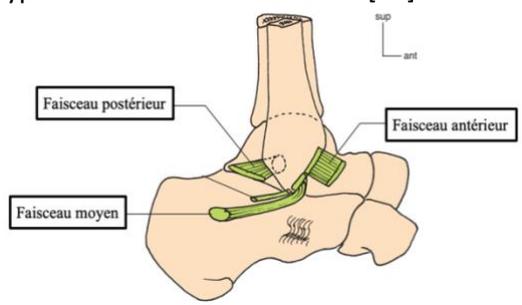
Les ligaments appartenant au complexe de la cheville sont divisés en trois groupes selon leur position anatomique : les ligaments fibulaires en latéral, les faisceaux du ligament deltoïde en médial et les ligaments de la syndesmose tibio-fibulaire centraux, reliant les malléoles distales [17]. Ils agissent de manière passive pour contrôler les mouvements et amener à une stabilisation. [16]

### 1.3.2.1 Le ligament collatéral fibulaire de la cheville

Il part de la malléole fibulaire et se termine sur le talus et sur le calcanéus. Il est divisé en 3 faisceaux (*Figure 3*), qui en fonction de la position du pied, vont stabiliser la talo-crurale ou l'articulation sous-talienne : [14]

- Le faisceau antérieur ou talo-fibulaire antérieur : réunit le bord antéro-supérieur de la malléole fibulaire et la partie latérale du collier de Farabeuf. En flexion plantaire, il va être tendu et son rôle est principalement de lutter contre l'inversion, la flexion plantaire et l'avancée du talus. [17]. C'est le faisceau le plus faible et de ce fait le plus souvent touché dans les entorses, il n'est vulnérable que lorsque le pied est en flexion plantaire, généralement avec une composante d'inversion. [17]
- Le faisceau moyen ou calcanéofibulaire : rejoint le bord antéro-inférieur de la malléole fibulaire à la face latérale du calcanéus. Il est sollicité en supination, limitant l'inversion et la rotation interne de la subtalaire [14]. Ses insertions et son axe de rotation lui permettent un rôle de flexion et d'extension de la talo-crurale, ainsi que des mouvements sous-taliens. Ce ligament est lâche en valgus, c'est pourquoi il peut être lésé même sans flexion ou extension de la talo-crurale. [17]
- Le faisceau postérieur ou talo-fibulaire postérieur : part de la face médiale de la malléole fibulaire pour finir sur la partie supéro-latérale du corps du talus. Il est sollicité en flexion dorsale mais est rarement touché en cas d'entorse car il est très puissant [17].

Lors d'une entorse latérale de la cheville, les faisceaux antérieurs et moyens sont le plus souvent altérés, engendrant une hypermobilité de l'articulation. [14]



*Figure 3 : Ligament collatéral fibulaire de la cheville [16]*

### 1.3.2.2 Le ligament collatéral tibial de la cheville

Autrement appelé ligament deltoïde, le ligament collatéral tibial de la cheville intéresse quatre os : le tibia, le talus, le calcanéus et le naviculaire et est divisé en 2 plans (*Figure 4*):

- Le plan profond ou tibio-talaire est court, épais et situé en arrière. Ce plan est lui-même composé de 2 faisceaux le tibio-talaire antérieur et le tibio-talaire postérieur. Ces deux faisceaux cheminent de la malléole tibiale jusqu'à la partie médiale antérieure et postérieure du talus. L'ensemble va limiter la rotation externe. [14]
- Le plan superficiel englobe les faisceaux tibio-naviculaire et tibio-calcanéen. Il s'insère sur le bord antérieur de la face médiale du tibia et forme un éventail sur son trajet. Il se termine sur le naviculaire et sur le bord médial du sustentaculum tali. Cette partie va lutter contre l'abduction du talus. [14]

Dans sa globalité, le ligament deltoïde est très fort, il y aura peu de risque d'entorses. C'est une structure importante pour lutter contre les forces de valgisation et de rotation en limitant la pronation du talus. Le schéma physiologique de la marche dépend fortement de son l'intégrité. [14]

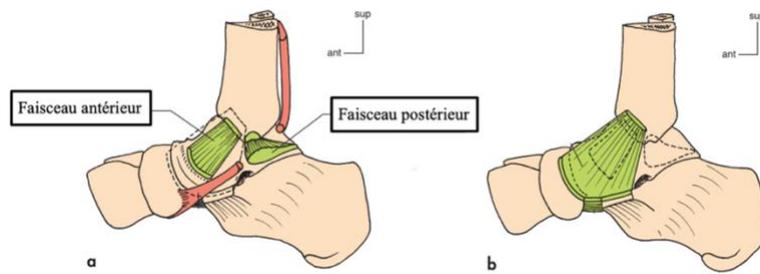


Figure 4 : Ligament collatéral tibial de la cheville : plan profond (a) et superficiel (b) [16]

### 1.3.2.3 Les ligaments tibio-fibulaire antérieur et postérieur

Ces deux ligaments forment ce que l'on appelle la syndesmose, ils vont gérer et maintenir la mortaise tibio-fibulaire. Ce complexe ligamentaire assure la stabilité entre la partie distale du tibia et de la fibula, en résistant aux forces axiales, de rotation et de translation

- Le ligament tibio-fibulaire antérieur : est très épais, très tendu, spontanément en position rétrécie et s'écarte passivement en flexion dorsale. Il s'étend du tubercule antérieur du tibia jusqu'au bord antérieur de la malléole latérale (Figure 5). Sa lésion, amène à une hypermobilité antéro-postérieure de la cheville, provoquant à son tour un déplacement antérieur du talus, signe d'instabilité. [17]
- Le ligament tibio-fibulaire postérieur : est composé d'un plan profond et d'un superficiel, partant tous les deux des zones postéro-inférieures du tibia et de la fibula. Ils vont assurer la stabilité de l'articulation talo-crurale en empêchant la translation, cette fois, postérieure du talus. (Figure 5) [17]

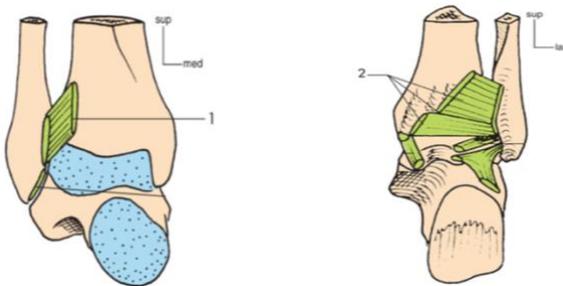


Figure 5 : Ligaments tibio-fibulaire antérieur (1) et postérieur (2) de la cheville [16]

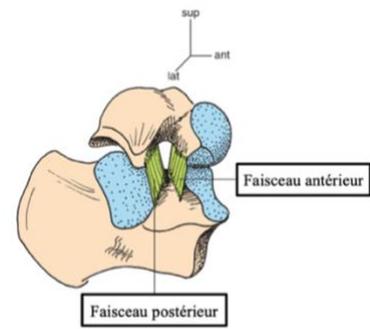


Figure 6 : Ligament talo-calcanéen interosseux [16]

- Le ligament tibio-fibulaire interosseux : est souvent considéré comme le prolongement de la membrane interosseuse. Il joue également un rôle important dans la stabilité de la cheville. [18]

### 1.3.2.4 Les ligaments de l'articulation subtalaire

Nous retrouvons principalement les deux faisceaux du ligament talo-calcanéen moyen ou interosseux (Figure 6). Il chemine de la face inférieure du col du talus à la face supérieure du calcaneus, le long des capsules. C'est un ligament fixe qui permet le pivotement des éléments articulaires.

## 1.4 Stabilisation active : myologie de la cheville et du pied

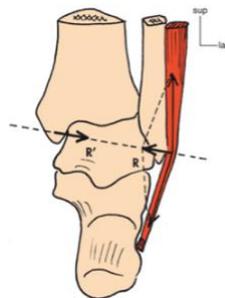
Le muscle est composé d'un corps musculaire et de tendons, permettant la jonction avec l'os. C'est un « organe capable de se contracter et d'assurer le mouvement ou la résistance aux forces extérieures »<sup>1</sup>. Si leur physiologie anatomique, contractile et mécanique est préservée, ils vont prévenir les atteintes des éléments passifs et ostéologiques, grâce à leur rôle actif de contraction. [19]

Les muscles extrinsèques du segment jambier sont divisés en trois loges : antérieure, latérale et postérieure, selon leurs placements et leurs fonctions. [19]. Ils encadrent le complexe articulaire de la cheville et donc participent tous à sa stabilisation, malgré leurs rôles différents. [19]

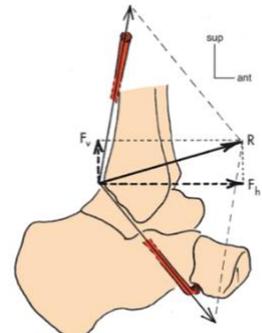
- La loge antérieure, réunit quatre muscles qui sont le tibial antérieur, le long extenseur de l'hallux, le long extenseur des orteils ainsi que le troisième fibulaire (*Figure 7*).



*Figure 7* : Action du 3ème fibulaire [19]

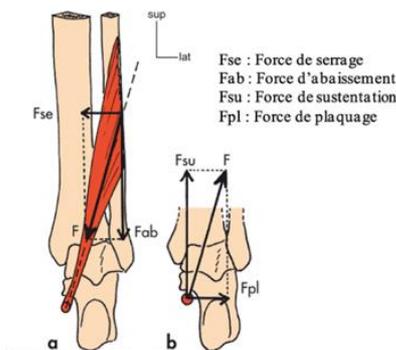


*Figure 8* : Action de serrage de la pince tibio-fibulaire par le long fibulaire [19]



*Figure 9* : Action de sustentation de la malléole latérale par le long fibulaire [19]

- La loge postérieure est divisée en deux plans : le plan profond composé du tibial postérieur (TP), du long fléchisseur des orteils (LFO) et du long fléchisseur de l'hallux (LFH) (*Figure 10*) et le plan superficiel avec le triceps sural. Ces différents muscles ont été plus profondément détaillés dans l'ANNEXE 1.



*Figure 10* : Action du long fléchisseur de l'hallux en chaîne fermée (a) et ouverte (b) [19]

### 1.4.1 Les muscles intrinsèques du pied

Les muscles intrinsèques du pied sont considérés comme faisant parti de la « poutre composite du pied ». Ils participent au soutien, ainsi qu'à la stabilité active transversale des voûtes plantaires, en luttant contre leur affaissement. Certains sont amortisseurs et vont jouer un rôle proprioceptif. Ils maintiennent activement le complexe articulaire de la cheville, limitant ainsi le risque d'entorses. [19]

<sup>1</sup> <https://www.larousse.fr> (le 16/09/23)

## 1.5 Cinésiologie de la cheville et du pied

La myologie va participer à la mobilité des surfaces articulaires entre elles, amenant à des mouvements avec des amplitudes spécifiques pour chaque articulation. [20]

### 1.5.1 Cinésiologie de la cheville et du pied

- Les flexions dorsale et plantaire se déroulent entre la pince tibio-fibulaire et le talus. Leurs amplitudes peuvent varier en fonction des individus, des antécédents de lésions et du sport pratiqué. [20]

#### 1.5.1.1 *La flexion dorsale*

Dans ce mouvement, le talus bascule en postérieur, entraînant un écartement de la pince tibio-fibulaire. Cette position est la zone de stabilité maximale de l'articulation, grâce à la tension des ligaments tibio-fibulaires antérieur et postérieur. [20] Pathologiquement, si le talus est mal positionné ou non retenu par le LFH, il glisse en avant et peut provoquer des entorses de cheville. [20]

#### 1.5.1.2 *La flexion plantaire*

Lors de ce mouvement de plus grande amplitude, le talus va, cette fois, basculer en avant permettant le rapprochement de la pince tibio-fibulaire. C'est une **position très instable** pour la cheville, les fibulaires et le LFH vont alors devoir compenser et contrôler cette instabilité pour lutter contre l'entorse. [20]

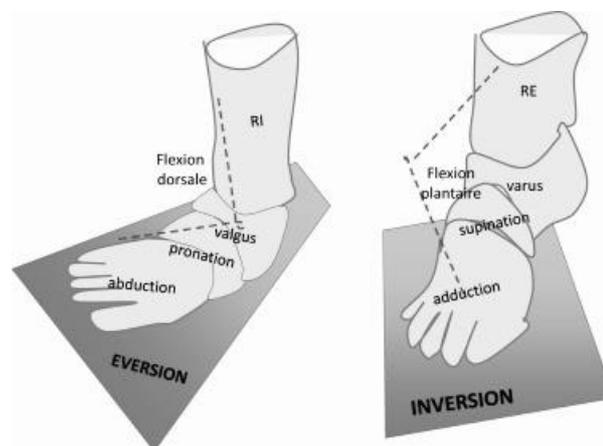
- L'inversion ainsi que l'éversion sont des mouvements définis autour de l'axe de HENKE, quel que soit le mouvement. [20]

#### 1.5.1.3 *L'inversion*

Ce mouvement est réalisé par les muscles de la loge postérieure, permettant l'association d'une flexion plantaire, d'une adduction et d'une supination ou varus de l'arrière-pied. La limitation de l'inversion se fait par les faisceaux antérieur et moyen du ligament collatéral fibulaire de la cheville, ainsi que par les muscles latéraux. C'est le mécanisme lésionnel le plus retrouvé dans l'entorse de cheville. [20]

#### 1.5.1.4 *L'éversion*

C'est le mouvement associant la flexion dorsale, l'abduction et la pronation ou valgus de l'arrière-pied. Il est exécuté par les muscles antérieurs et latéraux. Le ligament collatéral tibial de la cheville, la marge antérieure du tibia et l'hypo-extensibilité du triceps sural limitent ce mouvement. [20]



*Figure 11 : Cinésiologie de la cheville et du pied [101]*

## 1.6 L'entorse de cheville

### 1.6.1 Définition et épidémiologie

#### 1.6.1.1 *Définition*

Une entorse de cheville est un étirement d'un ou plusieurs ligaments de la cheville, de gravité variable, classé en 3 niveaux, pouvant aller de la simple distension à la rupture.<sup>2</sup>

#### 1.6.1.2 *Épidémiologie*

Aujourd'hui, la population ayant déjà eu une entorse latérale de la cheville, équivaut à 70 %, elle est perçue comme le traumatisme de l'appareil locomoteur le plus répandu.<sup>3</sup> Chaque jour, deux millions d'euros sont versés pour les coûts directs et indirects à cette blessure avec 6 500 français qui consultent quotidiennement, engendrant 7 à 10 % de consultations d'urgence hospitalière.<sup>4</sup> C'est donc un problème majeur de santé publique, pouvant entraîner une charge financière conséquente, une perte de temps due à la blessure, des récurrences et une incapacité à long terme. [21]

La moitié des personnes atteinte d'entorse consulte leur médecin, ce qui montre que les taux d'incidences énoncés précédemment sont supposés être plus élevés. Malgré ce facteur, elle reste la pathologie du pied et de la cheville la plus courante concernant la consultation médicale et les visites aux urgences. [22]

Les ligaments de la cheville sont susceptibles d'être blessés dans la grande majorité des sports. [17] En effet, l'entorse latérale de cheville, à elle seule, représente jusqu'à 30% de toutes les blessures sportives. [5]

### 1.6.2 Les mécanismes lésionnels

Les mécanismes lésionnels correspondent aux mouvements, effectués en charge, qui vont amener à la blessure. En fonction de ce mécanisme, un ou plusieurs ligaments peuvent être touchés. [17] Dans l'entorse de cheville, il y a deux principaux.

#### 1.6.2.1 *L'entorse latérale de la cheville*

L'entorse ligamentaire latérale de la cheville se produit généralement lors d'une flexion plantaire associée à une inversion ou un varus excessif du pied. En effet, les muscles éverseurs qui permettent la bonne stabilité latérale de la cheville, sont physiologiquement moins résistants. [5] C'est le mécanisme lésionnel le plus fréquent, constaté dans plus de 75% des cas. [2]

Ce mécanisme va toucher un, deux ou trois faisceaux du ligament collatéral externe de la cheville. Jusqu'à 85 % des entorses en varus sont causées par l'atteinte du ligament talo-fibulaire antérieur. [21] Ce dernier est le plus faible des ligaments externes, c'est donc le premier ou le seul à subir une lésion. [17] Le ligament calcanéo-fibulaire est, quant à lui, impliqué dans 50 à 75 % des entorses en inversion, la plupart du temps combiné à la lésion du talo-fibulaire antérieur. [17] Cependant, le talo-fibulaire postérieur est touché dans moins de 10 % des cas. [21].

---

<sup>2</sup> <https://www.ameli.fr> (le 20/10/23)

<sup>3</sup> <https://www.has-sante.fr> (le 27/10/23)

<sup>4</sup> <https://www.ameli.fr> (le 20/10/23)

### 1.6.2.2 L'entorse médiale de la cheville

Ce type d'entorse survient en éversion forcée ou en valgus du pied, souvent lors d'un traumatisme violent comme une chute, un geste sportif, un accident de la voie publique... [17] L'éversion forcée va entraîner l'atteinte du ligament deltoïde. Ce traumatisme est beaucoup moins présent que le précédent : il représente environ 10% des entorses, car les muscles antagonistes à ce mécanisme sont plus forts. [21] Dans certains cas, ces atteintes peuvent également s'accompagner de fractures osseuses. La plupart du temps, l'entorse médiale de la cheville est réalisée en compression plutôt qu'en traction, sauf si une composante de torsion est impliquée. [21]

### 1.6.2.3 L'entorse de la syndesmose

Un traumatisme en flexion dorsale ou flexion plantaire forcée va entraîner la lésion des ligaments tibio-fibulaires, prédominante respectivement à l'arrière ou à l'avant du pied. [17] L'incidence des lésions syndesmotiques sont les plus graves, mais aussi les plus rares, elles varient de 1 % à 18 % des entorses de la cheville. [21] Cette atteinte peut également entraîner la lésion d'autres structures telles que le col du talus dans 8 % des cas [21] ou le bord antéro-inférieur du tibia. [17]

## 1.6.3 Les différents grades de l'entorse de cheville

Pour déterminer les différents stades de sévérité, un examen clinique peut être effectué pour les apprécier mais seule l'échographie peut faire la réelle différence.

### 1.6.3.1 Classification des entorses externe de cheville

Le niveau de sévérité de l'entorse va dépendre de l'atteinte des ligaments de la cheville qui va du simple étirement à la rupture totale. La HAS<sup>5</sup> reprend la classification suivante :

- **Le grade I** correspond à une **entorse bénigne** de la cheville. Cela signifie qu'un des faisceaux du ligament collatéral latéral est « *étiré, sans rupture ni arrachement* ». Il n'y aura pas donc d'hématome par saignement. Les douleurs et les gonflements sont variables, en général modérés. Les mobilités actives et passives de la cheville ne seront pas diminuées. La reprise du sport ne sera conseillée qu'après une à trois semaines.

- **Le grade II** coïncide avec une **entorse moyenne** de la cheville. Cette fois, deux faisceaux du ligament collatéral externe sont atteints, « *un est étiré ou partiellement rompu et l'autre est déchiré* ». La douleur ressentie dans ce grade est intense surtout lors de la mise en charge, parfois l'appui est impossible. Il y a un gonflement qui se forme autour de l'articulation et une ecchymose apparaît, révélant le saignement lié à la déchirure. Les activités sportives ne seront possibles qu'au bout de quatre à six semaines.

Au sein des entorses bénignes et moyennes, le péritendon reste intact, ce qui va permettre une meilleure cicatrisation des ligaments et donc un pronostic moins sévère.

- **Le grade III** est attribué aux **entorses graves** de la cheville. Ce stade signe une grande sévérité de l'atteinte, « *deux voire trois des faisceaux du ligament latéral fibulaire totalement rompus* ». La douleur est violente, amplifiée à la pression, associée à une instabilité marquée de la cheville et à une perte temporaire, quasiment complète, de la mobilité articulaire.

Visuellement, on note un œdème et un hématome, tous deux diffus, à la partie externe de la cheville. Pour ce dernier grade, il faudra attendre jusqu'à un mois et demi à trois mois avant de

---

<sup>5</sup> <https://www.has-sante.fr> (le 27/10/23)

reprendre une activité sportive. <sup>6</sup> Malliaropoulos et al ont divisé les lésions de grade III en **IIIa et IIIb** spécifiquement pour les athlètes, en se basant sur les radiographies en stress du tiroir antérieur. [23]

Le rétablissement complet quelle que soit la gravité de l'entorse est attendu pour 50 à 85% des individus. [22]

### 1.6.3.2 Classification des autres entorses de cheville

Les entorses concernant les autres ligaments de la cheville, le collatéral médial et les tibio-fibulaires, sont généralement plus graves et s'accompagnent souvent de fractures ou d'arrachements osseux associées à une grande instabilité de la cheville.

### 1.6.3.3 Les facteurs de risque

Plusieurs facteurs doivent être pris en compte, il y a les facteurs intrinsèques à l'individu pouvant être modifiable ou non et les facteurs extrinsèques. [22] Les facteurs de risque liés à l'individu peuvent aider à prédire l'évolution clinique après une première entorse de cheville, un programme d'entraînement de prévention axé sur les déficiences spécifiques à l'individu pourra alors être mis en place. [22]

<u>Facteurs de risque intrinsèques non modifiables</u>	<u>Facteurs de risque extrinsèques</u>
Sexe féminin : taux d'incidence doublé. [24]	Activité physique [24] : cause plus de 40% des entorses latérales de cheville. [22]
Antécédents d'entorses de cheville : taux d'incidence triplé. [25][26]	Type de sport : incidence élevée pour les sports de terrain, de contacts, de réceptions et de pivots.[24]
Dominance des membres inférieurs et Prédiction génétique potentielle. [5]	Participation aux matchs et compétitions. [22]
Anomalies anatomiques et de statique du pied : - Malléole haute - Espace bimalléolaire étroit - Rotation externe exagérée du talus - Courbure accrue du talus	Chaussures instables, mal adaptées à l'activité ou usées : en particulier sur l'extérieur de la chaussure pouvant entraîner le mécanisme lésionnel en inversion. [11]
Trouble momentané de la coordination des mouvements : fatigue, consommation d'alcool	Surface d'activité ou de marche : instable, glissante ou irrégulière.
Âge : prévalence plus forte chez les jeunes en pleine croissance. [24]	Échauffements et activités neuro-musculaires non réalisés.
Innervation par le nerf sural : cause 20% des entorses car temps de réactivité musculaire augmenté.	Mauvaise utilisation des supports externes.

**Tableau I : Facteurs de risques intrinsèques non-modifiables et extrinsèques de l'entorse de cheville**

Des actions de prévention, de conseil et d'éducation thérapeutique du patient peuvent être effectuées sur les facteurs de risques extrinsèques. Cependant, les facteurs de risques intrinsèques modifiables sont ceux qui méritent le plus notre attention, car ils vont permettre de mettre en place une prévention et une rééducation spécifiques à chaque individu.

<sup>6</sup> <https://www.ameli.fr> (le 20/10/23)

Ces facteurs sont réunis au sein des anomalies anatomiques, des variations de forces et des déficits de performances fonctionnelles :

<u>Anatomie</u>	<u>Force</u>	<u>Performance fonctionnelle</u>
Un Indice de Masse Corporel faible, [27] ou supérieur à 25. [5]	Un déséquilibre musculaire des intrinsèques du pied.	Un déficit de la mécanique de la marche. [5]
L'asymétrie d'amplitudes articulaires droite/gauche de la flexion dorsale de cheville en charge. [22]	Une diminution de force des abducteurs et extenseurs de hanche [22] et des inverseurs du pied en excentrique lent. [1]	Une diminution ou une asymétrie des <u>performances d'équilibre ou de saut</u> . [22]
Une déformation en varus de l'arrière-pied, en flexion plantaire ou en cavus du médio-pied. [7]	L'augmentation de la force musculaire en flexion plantaire concentrique rapide. [5]	Une diminution de la <u>proprioception</u> en inversion passive. [1][5]
Une laxité ligamentaire pathologique. [1][14]	Une latence de réponse musculaire du court et du long fibulaire. [1] [5]	Un mauvais <u>contrôle postural</u> avec balancement postural [1] [5]

***Tableau II : Facteurs de risque intrinsèques modifiables de l'entorse de cheville***

#### 1.6.4 Le diagnostic de l'entorse de cheville

Nous retrouvons un manque de connaissance dans la majorité de masseurs-kinésithérapeutes en ce qui concerne l'examen diagnostique clinique des entorses de cheville. [28] Cependant pour pouvoir prévenir ces atteintes et dans le contexte de l'accès direct, il est important de savoir diagnostiquer avec précision les différents types d'entorses afin d'agir au mieux sur les facteurs de risque.

Aujourd'hui le Gold Standard pour le diagnostic des lésions du ligament fibulaire de la cheville est un examen physique tardif associé à une radiographie simple selon les critères d'Ottawa, dans le but d'exclure une fracture et d'évaluer l'alignement de la mortaise. [21]

##### 1.6.4.1 *Les examens cliniques en vue du diagnostic*

En premier lieu, le diagnostic sera clinique, composé du bilan qualitatif et quantitatif de la douleur, de la mobilité active et passive de la cheville, de la capacité à poser le pied au sol ou non. Mais également du bilan visuel comprenant la quantification, la qualification et la localisation de l'hématome ainsi que de l'œdème, si ceux-ci sont présents. Cependant l'étendue de l'épanchement peut être associée à des grades d'atteinte plus grave mais n'indique pas la présence ou l'absence d'une fracture. [22]

- C'est pourquoi ce bilan clinique devra être accompagné des critères d'Ottawa : ils recherchent une fracture des malléoles, du naviculaire et de la styloïde du cinquième métatarsien, sous-jacente à l'entorse de cheville. Ce test à une sensibilité est de 100%, signifiant qu'il sera positif à chaque fracture. Selon la méta-analyse de Barelds et al. les critères d'Ottawa sont les plus précis en ce qui concerne l'exclusion d'une fracture lors d'une blessure aigüe de la cheville. [29]

Les critères amenant à la réalisation d'examens radiologiques sont :

Douleur de la région malléolaire associée à l'un de ces critères :

Douleur de la région tarsienne associée à l'un de ces critères :

- Appui monopodal impossible persistant à 24h du traumatisme
- Impossibilité de faire 4 pas
- Douleur à la palpation osseuse de la malléole externe du bord postérieur (sur 6 cm) de la pointe
- Douleur à la palpation osseuse de la malléole interne du bord postérieur (sur 6 cm) de la pointe

- Douleur à la palpation de la base du 5<sup>ème</sup> métatarsien
- Douleur à la palpation du naviculaire

***Tableau III : Les Critères d'Ottawa***

Si un de ces critères s'avère positif, la demande d'examen radiologique sera alors établie. Ce dispositif permet donc de faire le diagnostic différentiel de l'entorse de cheville en déterminant la probabilité d'une fracture concomitante, afin de réduire les radiographies inutiles, encore trop présentes. [30] De plus, ils jouent un rôle de gain de temps, d'énergie et de coûts relatifs au traitement des patients [31]. Les critères d'Ottawa sont aussi utilisés par les kinésithérapeutes pratiquant l'accès direct pour l'élimination des contre-indications.

De plus la fracture est un signe de gravité des entorses de cheville, sa présence nous fera pencher pour des lésions de grades élevés mais aussi des mécanismes lésionnels en éversion ou syndesmotique.

- La recherche des ruptures ou des laxités ligamentaires de la cheville : la réalisation de différents tests cliniques, comparativement avec le côté sain, ciblant les différents ligaments et faisceaux, va permettre d'approfondir le diagnostic des entorses de cheville.

- **Test de Keigler** : est une provocation en rotation latérale ou en abduction de la cheville. Suivant la localisation de la douleur et celle de la laxité retrouvée, le ligament collatéral médial de la cheville, la syndesmose tibio-fibulaire ou la membrane interosseuse seront touchés. [32] (<sup>7</sup> *Figure 12*)

- **Inversion Talar Tilt Test** : est une provocation en varus. En associant à l'inversion une flexion plantaire, une position neutre ou une flexion dorsale, le praticien ciblera respectivement le faisceau antérieur, moyen ou postérieur du ligament collatéral fibulaire de la cheville. [33] (<sup>8</sup> *Figure 13*)

- **Test du tiroir antérieur** : permet la translation antérieure du talus en flexion plantaire. Une translation du talus supérieure d'un centimètre par rapport au côté sain ou une sensation en « arrêt mou » en fin de mouvement, signent une entorse ou laxité du ligament talo-fibulaire antérieur. [34] (<sup>9</sup> *Figure 14*) Pour améliorer la fiabilité et la précision de ce test, la palpation antéro-latérale du talus devra être associée.

- **Test de Hopkinson** : le praticien comprime le tibia et la fibula l'un contre l'autre, en partant du genou et en descendant, ce qui va ouvrir la mortaise. La douleur déclenchée à distance, permet de mettre en évidence une lésion ligamentaire ou osseuse de la syndesmose. [32] (<sup>10</sup> *Figure 15*)

Ces tests spécifiques, associés à une anamnèse détaillée et à un examen physique approfondi, facilite le diagnostic de l'entorse de cheville.

<sup>7</sup> <https://www.piriforme.fr/kleiger> (le 7/11/23)

<sup>8</sup> <https://www.piriforme.fr/varus-force> (le 7/11/23)

<sup>9</sup> <https://www.piriforme.fr/tiroir-anterieur> (le 7/11/23)

<sup>10</sup> <https://www.piriforme.fr/hopkinson> (le 7/11/23)

Cette évaluation permet de déterminer les déficiences associées selon la Classification Internationale du Fonctionnement, du handicap et de la santé (CIF), notamment la stabilité de la cheville et les troubles de la coordination des mouvements. [22]



*Figure 12 : Test de Keigler*



*Figure 13 : Inversion Talar Tilt Test*



*Figure 14 : Test du tiroir antérieur*



*Figure 15 : Test de Hopkinson*

#### *1.6.4.2 Les examens paracliniques*

Les examens paracliniques viendront compléter l'examen clinique afin de confirmer le diagnostic, le grade de l'entorse, les ligaments et faisceaux touchés, lorsque cela sera nécessaire.

- La radiographie est effectuée en premier plan pour déceler une fracture, si un des critères d'Ottawa s'avère positif.

- L'échographie va permettre de faire la réelle différence entre les différents stades de sévérité des entorses latérales de cheville.

- L'arthroscopie peut compléter le diagnostic, en testant la fonction et en évaluant le schéma d'instabilité pour la distinction des entorses isolées médiales, latérales ou combinées [14]

- L'IRM, quant à elle, permettra le diagnostic des lésions secondaires (cartilagineuses, osseuses et autres atteintes ligamentaires...) pouvant être associées aux atteintes syndesmotiques. [21] Elle est souvent effectuée chez les athlètes de haut niveau, pour un meilleur choix de traitement, un meilleur pronostic de retour au sport ainsi que pour la prévention de l'instabilité chronique de cheville. [21]

## 1.6.5 Les conséquences et complications de l'entorse de cheville

La phase aiguë est définie comme allant d'une à deux semaines après la blessure. [22] Généralement s'en suit, une réduction rapide de la douleur et une amélioration de la fonction. Cependant après un an, jusqu'à 33% des patients présentes encore des plaintes. [22] Plusieurs atteintes : subjectives, anatomo-mécaniques, sensori-motrices et fonctionnelles, plus ou moins persistantes, vont faire suite à l'entorse de cheville, suivant les individus, le mécanisme lésionnel et le grade de l'entorse.

### 1.6.5.1 *Les conséquences subjectives*

Le patient, à la suite de son entorse, peut se plaindre de douleurs persistantes lors de certains mouvements et de la pratique de son activité physique. Il peut évoquer une sensation d'instabilité de sa cheville, avec une impression de « cession ». [35]

### 1.6.5.2 *Les conséquences anatomo-mécaniques*

- Plusieurs lésions et adaptations mécaniques après une entorse initiale, peuvent être la cause de la persistance de douleur et d'instabilité. On note les atteintes nerveuses et musculaires, altérant principalement les fibulaires. Les tissus mous du complexe de la cheville perdent leur rigidité dans 25% des cas, produisant un allongement du ligament talo-fibulaire antérieur et une augmentation de l'angle entre les ligaments latéraux antérieurs et postérieurs. [36]

- Cette laxité engendre une mise en charge altérée par une cinématique articulaire anormale du complexe de la cheville, possiblement associée à un manque de mobilité de la tibio-fibulaire proximale entraînant un déficit en flexion dorsale de cheville. [22] L'articulation subtalaire va être aplatie et l'arrière-pied va tendre vers le varus, avec un talus en position d'inversion et de rotation. [37]

- Ce processus augmente le stress cartilagineux ainsi que la dégénérescence articulaire. Dans le cas où des mouvements limités persistent au-delà de 6 à 12 mois, une arthrose précoce s'installe. [38] Les entorses en inversion contribuent jusqu'à 22 % de tous les cas d'arthrose impliquant la cheville et à 80 % des cas d'arthrose post-traumatique. [39]

### 1.6.5.3 *Les conséquences sensori-motrices et fonctionnelles*

Les conséquences anatomiques, notamment le relâchement ligamentaire et musculaire, associées à l'atteinte des divers mécanorécepteurs des tissus, vont entraîner des déficits sensori-moteurs et fonctionnels. Ces mécanorécepteurs transmettent alors des signaux altérés en qualité et en quantité au cortex somatosensoriel, impactant les mouvements, l'équilibre statique et dynamique. [40]

- On retrouve des déficits de force et de puissance et une latence de la réponse musculaire des stabilisateurs du complexe de la cheville. [22] Les amplitudes actives sont limitées en flexion plantaire et dorsales, mais augmentées dans le plan frontal, notamment en inversion. [41]

- Face à ces altérations, une adaptation neuromusculaire est mise en place, [40] notamment des stratégies de recrutement moteur volontaires en flexion plantaire, flexion dorsale et en éversion avec l'activation accrue du long fibulaire, à visée protectrice. [42] Ces stratégies peuvent se répercuter sur le membre inférieur controlatéral et au niveau du genou et de la hanche homolatérale afin de réduire les forces exercées sur la cheville lésée. [43]

- On note également une altération de la proprioception de la cheville, associée à un balancement postural. [44] En effet la perception de la position articulaire est altérée en raison de l'affection des

fuseaux neuromusculaires, qui discernent un étirement excessif du tendon et activent en retour la contraction musculaire. [40] C'est pourquoi, après une entorse de cheville les stratégies de mouvements sont modifiées surtout lors des activités d'équilibres et de sauts, nécessitant une dépendance visuelle plus importante. [45]

Les « copers » sont considérés comme les individus ayant un niveau d'activité fonctionnelle autodéclarée normale dans l'année suivant l'entorse initiale. Cependant, si les plaintes d'instabilité persistent après cette période, on parle d'instabilité chronique de cheville. [22]

#### 1.6.5.4 L'instabilité chronique de cheville

L'instabilité chronique de la cheville est un terme utilisé pour identifier une affection associée à des entorses récurrentes de la cheville ainsi qu'à des plaintes et symptômes persistants. [46] Jusqu'à 40 % des individus peuvent développer une instabilité chronique à la suite d'une entorse initiale. [47]

Elle se caractérise par un laxisme, généralement des ligaments latéraux,<sup>11</sup> associé à une instabilité mécanique et fonctionnelle de l'articulation de la cheville. [48] Elle se manifeste généralement après une ou plusieurs entorses antérieures mal traitées, après plusieurs blessures d'une même structure, [48] après des déchirures répétées ou encore après une cicatrisation insuffisante.

Ces mécanismes vont aboutir à une **inefficacité et à une insuffisance du complexe ligamentaire de la cheville**, qui entraîne un cercle vicieux augmentant le risque d'une blessure future. [39]

En l'absence de traitement, les entorses répétitives et la mauvaise cinétique de l'articulation, amènent progressivement à une usure de la cheville, entraînant, à moyen terme de l'arthrose post-traumatique. [5] Autrement appelée arthrose varisante, car souvent désaxée du fait de la laxité ligamentaire,<sup>12</sup> apparaît à un stade précoce comparativement à l'arthrose idiopathique. [49]

## 1.7 Contrôle postural et proprioception

### 1.7.1 Concepts et mécanismes

#### 1.7.1.1 *Le contrôle postural*

Le contrôle postural est défini par le modèle de Horak comprenant toutes les stratégies qu'un individu met en place pour garder son équilibre face aux différentes contraintes. Il est contrôlé par des fonctions corporelles, comme le contrôle neuromusculaire, sensorimoteur et proprioceptif. [40]

#### 1.7.1.2 *La proprioception*

Le système nerveux central va permettre le maintien de cette homéostasie posturale en utilisant des informations visuelles, vestibulaires et proprioceptives [50]. Ces données vont être intégrées pour générer les commandes motrices coordonnant la réponse musculaire. La proprioception a un donc rôle primordial dans l'équilibre, [51] jouant sur la sensibilité profonde consciente et inconsciente. [52]

- La proprioception **inconsciente**, met en jeu les réflexes médullaires permettant des ajustements posturaux rapides et le maintien de la stabilité. [53]

---

<sup>11</sup> <https://www.chirurgie-pied-cheville.fr> (le 8/11/23)

<sup>12</sup> <https://www.chirurgie-pied-cheville.fr> (le 8/11/23)

- La proprioception **consciente** répond à la statesthésie et la kinesthésie. À partir de divers mécanorécepteurs, des signaux sensoriels sont envoyés au SNC, afin de définir la position du corps et des mouvements dans l'espace, non médiée par la vision. [54]

\* La statesthésie, « sensibilité à la position », nous informe des angles formés par chaque articulation et définit notre image corporelle.

\* La kinesthésie, « sensibilité au mouvement », permet la perception des composantes de direction, de vitesse et d'amplitude. [53]

## 1.7.2 Les mécanorécepteurs de la proprioception

Les mécanorécepteurs vont assurer la mécano-transduction. En effet, ils sont sensibles aux stimuli mécaniques (touchés, vibrations, étirements, contractions musculaires) qu'ils vont transformer en influx électriques, à l'issue du message nerveux ascendant.

### 1.7.2.1 *Les fuseaux neuromusculaires*

Ce sont des petites fibres musculaires intrafusales placées sur les fibres musculaires des tendons et des muscles. Ils informent le SNC de la longueur et de la vitesse d'étirement du muscle. Les cellules pyramidales du cortex moteur vont s'activer simultanément pour coordonner le mouvement en conséquence des informations reçues : c'est la co-activation. [52]

### 1.7.2.2 *Les organes tendineux de Golgi*

Ils sont placés en série dans les fibres musculaires et les jonctions myotendineuses. Eux, sont sensibles aux pressions sur le tendon. Ils vont évaluer la force développée et communiquer au SNC le niveau de tension et de contraction. Ils sont impliqués dans le réflexe myotatique inverse. [55]

### 1.7.2.3 *Les corpuscules de Ruffini et Pacini*

Ces capteurs se situent au niveau des capsules articulaires, de la peau, des ligaments et des jonctions myotendineuses. Ils sont stimulés lors de mouvement rapide de pression et vibration ainsi que des modifications longues de pressions et de rotations. [56]

## 1.7.3 Rôle de la proprioception dans la stabilité et le contrôle moteur

La finalité de la proprioception va être donc d'assurer deux rôles importants : stabilité posturale et stabilité dynamique. Hormis la stabilité, cette sensibilité profonde va permettre la co-contraction, des mécanismes d'actions et de rétroactions, ainsi qu'une protection articulaire, musculaire et tendineuse.

### 1.7.3.1 *Co-contraction musculaire*

La contraction simultanée des muscles agonistes et antagonistes permet une bonne stabilité articulaire et amène à une réponse adaptée lors de certains déséquilibres.

### 1.7.3.2 *Réactions et rétroactions*

- Les rétroactions sont des contractions musculaires permettant des corrections et des ajustements, selon les afférences des mécanorécepteurs, afin d'organiser et de mieux contrôler le mouvement. [57]

- Les réactions sont issues de la plasticité du système proprioceptif, permettant la prédiction et l'anticipation de certains mouvements, grâce au cerveau. [58]

### 1.7.3.3 Protection articulaire, musculaire et tendineuse

Les réponses aux perturbations de l'équilibre sont, entre autres, produites par l'étirement des muscles du segment jambier et des pieds, permettant une réponse protectrice. [59]

- Le réflexe myotatique inverse va envoyer un message nerveux moteur inhibiteur, c'est ainsi qu'il protège le corps d'un excès de force produite par le muscle lui-même. [60]
- Le réflexe myotatique entraîne la contraction des antagonistes, freinant alors le mouvement après l'activation des fuseaux neuro-musculaire à l'étirement. [61]
- L'estimation de la force par la proprioception, engendre une adaptation de la contraction musculaire exercée par nos muscles sur l'environnement. [53]

## 1.7.4 Proprioception et sport

### 1.7.4.1 Performance

Dans la quasi-majorité des sports, la proprioception du complexe pied-cheville s'avère être fondamentale. En effet, cette partie du corps, en contact avec le sol, fournit des informations essentielles permettant d'ajuster la position de la cheville mais également du reste du corps. [62]

Ce mécanisme est indispensable pour accomplir des tâches motrices complexes requises dans les différents sports. [63] Sekulic D and al. ont montré que la capacité d'équilibre des athlètes masculins de football, handball, basket-ball et volley-ball était significativement reliée à leur performance sportive. [64] De plus, une mauvaise proprioception est un facteur de risque de blessures sportives.

### 1.7.4.2 Atteinte proprioceptive

La qualité des afférences proprioceptives peut être diminuée dans certaines situations, altérant ainsi les capacités d'équilibre statique et dynamique, et les stratégies réflexes protectrices. [65] Par exemple, les entorses de cheville peuvent amener à une perturbation musculaire et tendineuse, associée à une altération des mécanorécepteurs. [66]

La proprioception peut également être compromise à cause de la douleur, d'une immobilisation prolongée, d'un œdème, d'une hyperlaxité ou encore de la fatigue induite par l'activité physique. [67]

## 1.7.5 La rééducation proprioceptive

Tout exercice actif constitue en soi, une rééducation proprioceptive, consistant à stimuler les mécanorécepteurs du complexe pied-cheville, afin d'augmenter les signaux somato-sensoriels transmis au SNC. Le but sera d'obtenir une réponse motrice adaptée, un meilleur contrôle moteur, une augmentation de la stabilité articulaire et des performances sportives. [68]

La rééducation proprioceptive comprend des exercices modulés en fonction des objectifs et des capacités des individus, pouvant se construire autour de plusieurs principes [69] :

- Un entraînement en charge du poids du corps pour renforcer la statesthésie et la kinesthésie.
- L'augmentation de la force des muscles stabilisateurs autour de l'articulation.
- L'amélioration de la co-contraction musculaire et du couple force/vitesse.
- L'amélioration du schéma moteur et de l'agilité.

Ces exercices peuvent se réaliser sur support stable, mais l'utilisation complémentaire de supports externes instables peuvent être utiles, car ils fournissent un retour d'informations proprioceptives et améliorent le phénomène de co-contraction musculaire. [7]

Les méthodes d'évaluation de la proprioception et du contrôle postural dynamique seront détaillées dans l'ANNEXE 2. [70], [71], [72], [73], [74], [75], [76], [77]

## 1.8 But de la revue de littérature et problématique

L'incidence des entorses aiguës, initiales et récurrentes, prend une place importante dans la population générale, et d'autant plus, dans la population sportive. [2] En plus du fait que ces lésions soient un réel problème de santé publique, les coûts indirects liés au versant bio-psycho-social de cette atteinte, est à prendre en considération. L'identification de l'incidence, de la gravité de l'entorse et de la cause de son apparition, vont permettre la mise en place de mesures préventives spécifiques à chaque individu. [2]

Ainsi, des actions basées sur le renforcement, l'équilibre, la proprioception et l'amélioration de la biomécanique présentent des avantages pour prévenir les entorses de cheville initiales et récidivantes, diminuer la douleur et améliorer la fonction dans certaines populations. [2] En ce qui concerne les sportifs, une diminution de l'absentéisme, une amélioration des performances, ainsi qu'un retour au sport plus rapide et plus serein seront également attendus.

À long terme, le but sera d'éviter l'arthrose post-traumatique, l'instabilité chronique de cheville et les complications quelle présente. [69] Ainsi, la HAS préconise une « *diminution de l'incidence, du risque de récurrence et de chronicisation de l'entorse, des séquelles et des complications* », <sup>13</sup> pouvant aller jusqu'à la chirurgie.

À partir des connaissances actuelles de la science, la visée de cette revue de littérature serait de déterminer si l'amélioration de la proprioception seule ou couplée à d'autres techniques de prévention, permettrait significativement la diminution des premières entorses de cheville et des entorses récidivantes, dans les populations sportives à risque.

La problématique est alors la suivante :

**Quel est l'intérêt des programmes basés sur l'amélioration de la proprioception, dans la prévention des entorses primaires et récidivantes de la cheville, chez les athlètes pratiquant des sports collectifs de pivots et de réceptions ?**

---

<sup>13</sup><https://has-sante.fr> (le 27/10/23)

## 2 Méthode

Cette étude est considérée comme une revue de littérature, établie en suivant les lignes directrices PRISMA (ANNEXE 3) « Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses », dans l'élaboration ainsi que dans la lecture d'une revue systématique ou d'une méta-analyse. [78]

Il est nécessaire de préciser que la réalisation de cette revue de littérature n'a présenté aucun conflit d'intérêt ainsi qu'aucune source de financement.

### 2.1 Critères d'éligibilité des études :

#### 2.1.1 Les schémas d'études

La problématique citée précédemment, concernant cette revue de littérature se trouve être une question thérapeutique à but préventif. En effet les études prochainement incluses, devront faire la comparaison entre des traitements basés sur la proprioception face à l'absence de traitement ou d'autres actions thérapeutiques à visée non proprioceptive. Le schéma d'étude à privilégier dans le cadre d'une étude répondant à une question thérapeutique est l'essai clinique randomisé.

Il sera alors préférable d'inclure majoritairement dans cette revue, des **essais cliniques contrôlés randomisés** pour permettre la comparaison des résultats entre les différentes techniques utilisées sur l'incidence des entorses de cheville.

Les études rétrospectives ainsi que les études prospectives ont été exclues afin d'éviter tout biais de sélection des données, pouvant être manquantes ou faussées.

#### 2.1.2 Les critères inclusions et d'exclusions des éléments de la problématique :

Les critères d'inclusions et d'exclusions doivent être précis et ciblés sur la problématique afin d'augmenter la fiabilité des résultats et de la conclusion.

##### 2.1.2.1 *La Population*

La population issue des articles inclus comprend des athlètes pratiquants des sports de pivots et de réceptions. D'après les précédentes recherches, les sports les plus à risque d'entorse de cheville étaient : le basketball, le handball, le volleyball, le football ainsi que le futsal. C'est pourquoi les sportifs inclus dans l'étude devaient pratiquer uniquement l'une de ces disciplines.

Les joueurs ou joueuses devaient avoir entre 12 et 43 ans et pratiquer leur sport en compétition, sans restriction sur leur niveau de pratique, ni sur le moment de la saison sportive. Le nombre et le grade des potentielles entorses antérieures, n'ont pas eu d'impact quant à l'inclusion des athlètes dans cette revue de littérature. Ces derniers pouvaient donc ne jamais avoir subi d'entorses ou au contraire avoir connu des lésions ligamentaires.

Cependant, dans cette revue, les athlètes handisports ainsi ceux ayant subi des traumatismes aigus datant de moins de trois mois, ou ayant subi une chirurgie d'un ou des deux membres inférieurs, seront exclus.

### 2.1.2.2 Les Interventions et les Compareurs

Les individus inclus dans les groupes d'intervention devront recevoir un traitement thérapeutique à visée proprioceptive, sur une période minimale de six mois, correspondant à une saison sportive. La proprioception, peut être travaillée avec n'importe quel mouvement, c'est pourquoi une différence notable devra être retrouvée dans les exercices effectués, par les groupes expérimentaux.

Les exercices proprioceptifs proposés pourront être inclus dans un ensemble thérapeutique, comprenant d'autres méthodes non proprioceptives. La description des exercices de rééducation proprioceptifs utilisés, devait être détaillés pour permettre l'inclusion de l'article ou non dans cette revue, au vu de la pertinence des exercices choisis dans l'amélioration proprioceptive.

Les individus des groupes comparateurs ou groupe contrôle, devront, quant à eux, ne pas recevoir de prise en charge, ou alors, faire partie d'une thérapeutique ne comprenant pas d'exercices de proprioception. La description des exercices de rééducation non-proprioceptifs utilisés devait être détaillée pour permettre l'inclusion de l'article ou non dans cette revue, au vu de l'absence de facteurs pouvant améliorer significativement la proprioception.

### 2.1.2.3 Les critères de jugements ou Outcome

- Le critère de jugement principal de cette revue sera **l'incidence des entorses de cheville** enregistrée durant la période de suivi, établis par les études incluses. Ce dernier est donc considéré comme un critère de jugement objectif quantitatif.

Ces entorses, devront être constatées par des professionnels, recherchant une rupture ou une laxité ligamentaire à l'aide des techniques de diagnostic précédemment évoquées. La justification de la survenue de l'entorse et donc du critère de jugement principal pourra s'accompagner d'exams paracliniques.

L'objectif de cette revue étant de se baser uniquement sur les entorses de cheville, les articles concernant l'ensemble des blessures des membres inférieurs ont été exclus.

- Le critère de jugement secondaire, sera qualifié également de critère objectif quantitatif, permettant l'analyse de l'incidence des entorses de cheville **récurrentes**, c'est-à-dire seulement chez les joueurs ayant déjà subi une ou plusieurs entorses de cheville. Cela permettra d'éclaircir l'efficacité des programmes proprioceptifs sur les entorses récurrentes et ainsi de comparer les résultats récoltés.

- Le critère de jugement tertiaire sera un critère objectif de qualification de la **sévérité** de l'entorse, évaluée en nombre de jours d'absence de participation sportive.

<u>Éléments PICO</u>	<u>Critères d'inclusions</u>	<u>Critères d'exclusions</u>
<b>Population cible</b>	Athlètes pratiquant un sport de pivots ou de réceptions parmi : <ul style="list-style-type: none"><li>- Le basketball</li><li>- Le handball</li><li>- Le volleyball</li><li>- Le football</li><li>- Le futsal</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Absence de pratique sportive</li><li>- Pratique d'un autre sport<ul style="list-style-type: none"><li>- Handisports</li></ul></li><li>- Traumatisme récent/ aigüe inférieur à 3 mois ou chirurgie du membre inférieur</li></ul>

<b>Intervenants</b>	- Traitement thérapeutique à visée proprioceptive, associé ou non à d'autres rééducations	- Traitement unique à but non proprioceptif - Pas de description du traitement proprioceptif
<b>Comparateurs</b>	Traitement thérapeutique autre ou absence de prise en charge	Pas de comparateurs ou traitement similaire au groupe intervenant
<b>Outcome ou Critères de jugements</b>	- Évaluation de l'incidence des entorses - Si possible : évaluation des grades des entorses et de l'incidence chez les sujets récidivistes.	- Absence d'évaluation de l'incidence - Manque de précision quant aux techniques utilisées pour évaluer les critères de jugements

*Tableau IV : Critères d'éligibilité de la revue de littérature*

## 2.2 Méthodologie de recherche des études

### 2.2.1 Bases de données consultées

\* Les **bases de données** consultées pour cette revue de littérature étaient :

- PubMed : est une base de données gratuite et intégrée à Medline faisant partie de la Librairie Nationale de Médecine contenant plus de 30 millions de citations bibliographiques. <sup>14</sup>
- Cochrane Library : est une bibliothèque comprenant plusieurs bases de données spécialisées en santé et en médecine. Elle constitue l'une des meilleures sources de données probantes existantes. <sup>15</sup>
- PEDro : éclaire la pratique de la kinésithérapie en publiant gratuitement plus de 60 000 revues, essais cliniques, ainsi que des lignes directrices évaluant les intentions en physiothérapie. <sup>16</sup>
- Kinédoc : est la seule base documentaire de la kinésithérapie francophone, entièrement libre et gratuite. <sup>17</sup>

\* Les **références** des articles investigués ou intégrés dans la revue de littérature, pouvaient être consultés afin de déterminer si l'article référencé était pertinent ou non pour l'étude.

\* La **littérature grise** avec des sources d'informations provenant des sites tels que Dumas ou encore Theses.fr, ont été investigués.

\* Pour les articles qui n'étaient pas disponible en intégralité, des mails ont été envoyé aux auteurs respectifs, à partir du site « ResearchGate ». Cela nous a permis d'obtenir deux article, sur les quatre demandés.

<sup>14</sup> <https://pubmed.gov>

<sup>15</sup> <https://www.cochranelibrary.com>

<sup>16</sup> <https://pedro.org>

<sup>17</sup> <https://www.kinedoc.org>

## 2.2.2 Équation de recherche

L'équation de recherche a été élaborée à l'aide de différents mots clés ou MeSH Terms (Medical Subject Headings) en anglais, ainsi que de leurs synonymes. Ils reprennent les éléments constituant la problématique, afin de renforcer la pertinence des recherches pour être plus spécifique à la question proposée.

Cette équation de recherche a en plus été affinée avec l'utilisation des opérateurs booléens, retrouvés dans la majorité des bases de données. Ils correspondent aux termes « OR », « AND » et « NOT », permettant une bonne proportion entre le bruit et le silence lors des recherches. Le bruit correspond à un pourcentage élevé de résultats alors que le silence ne fera pas apparaître certains articles potentiellement intéressants pour la revue de littérature. C'est pourquoi le but de l'équation de recherche est de faire apparaître le plus de résultats possibles pour ensuite pouvoir les trier.

<u>Éléments PICO</u>	<u>Mots Clés et Synonymes</u>	<u>MeSH Terms and Synonyms</u>
<b>Population cible</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sportifs / Athlètes</li> <li>- Joueurs de basketball / Basketteur</li> <li>- Joueurs de handball / handballeur</li> <li>- Joueurs de volleyball / volleyeur</li> <li>- Joueurs de football / footballeur</li> <li>- Joueurs de futsal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Athletes</li> <li>- Basketball player</li> <li>- Handball player</li> <li>- Volleyball player</li> <li>- Footballer / Soccer player / Football player</li> <li>- Futsal player</li> </ul>
<b>Intervenants</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rééducation proprioceptive</li> <li>- Traitements proprioceptifs</li> <li>- Exercices proprioceptifs</li> <li>- Entraînement proprioceptif</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Position Sense Rehabilitation</li> <li>- Proprioceptive Treatments</li> <li>- Proprioceptive Exercises</li> <li>- Proprioceptive Training</li> </ul>
<b>Comparateurs</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pas de rééducation</li> <li>- Autres exercices / Autre rééducation / Autre thérapie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No rehabilitation</li> <li>- Other exercises / Other rehabilitation / Other Therapy</li> </ul>
<b>Outcome ou Critères de jugements</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Prévention entorse de cheville</li> <li>- Incidence entorse de cheville</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Prevent Ankle Sprain</li> <li>- Sprained Ankle</li> </ul>

***Tableau V : Mots clés et MeSH Terms***

Voici l'équation de recherche déterminée à partir des mots clés préalablement définis en français et en anglais, permettant l'investigation des différentes bases de données :

**=> (prevent ankle sprain) OR (sprained ankle) AND ((athletes) OR (players)) AND (((position sense rehabilitation) OR (proprioceptive treatments) OR (proprioceptive exercises) OR (proprioceptive training))).**

***Tableau VI : Équation de recherche principale***

=> (prévention entorse de cheville) OU (incidence entorse de cheville) ET ((sportifs) OU (joueurs)) ET (((rééducation proprioceptive) OU (traitements proprioceptifs) OU (exercices proprioceptifs) OU (entraînement proprioceptif)))

**Tableau VII : Traduction française de l'équation de recherche principale**

Pour affiner la recherche dans un sport spécifique, les équations de recherches seront similaires, exceptés les MeSH Terms ainsi que des mots clés relatifs à la population cible, qui seront remplacés par ceux du sport pratiqué.

Il est important de préciser que les différentes bases de données ont été investiguées du 16 septembre 2023 au 19 janvier 2024.

### 2.2.3 Stratégie de recherche

Dans cette revue de littérature, les études ayant été publiées avant 2004, seront exclus pour être, le plus conforme possible aux données actuelles de la science. Cependant aucune restriction linguistique n'a été appliqué, afin de récolter la majorité des études potentiellement pertinentes.

La stratégie de recherche implique que dans les différentes bases de données investiguées, l'équation de recherche doit être reproductible et claire afin d'éviter les biais de sélection. La recherche se portant uniquement sur des essais cliniques randomisés, le filtre « Randomized Control Trial » sera systématiquement coché, pour correspondre à notre question thérapeutique.

Les équations de recherches ont été appliquées dans les différentes bases de données utilisées :

<u>Base de données</u>	<u>Équation de recherche</u>	<u>Résultats n = 128</u>
<b>PubMed</b>	((Prevent ankle sprain) OR (sprained ankle)) AND ((athletes) OR (players)) AND ((position sense rehabilitation) OR (proprioceptive treatments) OR (proprioceptive exercices) OR (proprioceptive training)))	n = 103
<b>Cochrane Library</b>	(Prevent ankle sprain) OR (sprained ankle) AND (athletes) OR (players) AND (position sense rehabilitation) OR (proprioceptive treatments) OR (proprioceptive exercices) OR (proprioceptive training)	n = 10
<b>PEDro</b>	Ankle sprain, proprioceptive training	n = 12
<b>Kinédoc</b>	Entorse de cheville ET athlètes ET proprioception	n = 3

**Tableau VIII : Nombre de références obtenues par base de données**

## 2.3 Méthodologie d'extraction et d'analyse des données

### 2.3.1 Sélection des études

Les articles ont été sélectionnés après l'identification de plusieurs éléments, dans le but d'établir le diagramme de flux. La sélection des études a donc été effectuée après plusieurs processus :

- La première sélection s'est basée sur la lecture du **titre**. Ce tri a permis d'identifier si la population, la pathologie ainsi que la thérapeutique utilisée au sein de l'article, traitaient ou non de la problématique recherchée.
- Une deuxième sélection a été effectuée à l'aide de la lecture de l'**abstract**. Cette lecture avait pour but de donner davantage d'informations sur le contenu de l'article ainsi que sur l'étude réalisée, afin de vérifier l'absence des critères d'exclusions les plus importants.
- La dernière sélection consistait en une lecture de l'article dans son **intégralité**. Cette étape n'a été réalisée seulement si les deux premières sélections étaient positives. La lecture complète de l'article a permis de valider la présence des critères d'inclusion ainsi que l'absence des critères d'exclusions, cités précédemment. Cette lecture approfondie livrait des renseignements concernant l'interprétation des données présentées ainsi que les risques de biais, pouvant affecter la pertinence des résultats de l'étude.

### 2.3.2 Qualité méthodologique des études sélectionnées

La qualité méthodologique des articles sélectionnés et donc des essais contrôlés randomisés a été étudiée grâce à l'échelle PEDro (*ANNEXE 4*). Cette échelle est considérée comme un outil valide et fiable permettant d'évaluer la pertinence, grâce à la validité interne et externe des différentes études cliniques. [79]

Dans l'élaboration de notre revue de littérature, l'échelle PEDro a donc été utilisée dans sa version française, afin de donner un score aux essais cliniques randomisés inclus. Afin de limiter le nombre de biais, chacune des études devait présenter un **score supérieur ou égal à 5/10** sur l'échelle PEDro, pour être incluse dans cette revue.

### 2.3.3 Extraction des données

Pour chaque article sélectionné, des données ont été extraites selon le même modèle, afin de réunir les éléments à analyser, nécessaires à la comparaison des différents essais cliniques.

Les données extraites étaient les suivantes :

<u><a href="#">Bibliographie de l'article :</a></u>	Titre, Auteurs, Date de publication
<u><a href="#">Méthode et design de l'étude :</a></u>	- Type d'étude : essais cliniques contrôlés randomisés - Période de suivi - Cadre de l'étude

<p><b><u>Population :</u></b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nombre de participants</li> <li>- Caractéristiques des participants des groupes intervention et contrôles : Age, Sexe, Sport pratiqué</li> <li>- Critères d'inclusion et d'exclusion</li> </ul>
<p><b><u>Intervention et comparateurs</u></b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Taille des échantillons et nombre de perdus de vue</li> <li>- Âge, poids et taille ratios</li> <li>- Antécédents d'entorses</li> <li>- Total d'heures ou de sessions de jeu</li> <li>- Description de l'intervention pour chacun des groupes : type, fréquence et durée des exercices</li> </ul>
<p><b><u>Critères de jugements:</u></b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Définition du critère de jugement principal et des critères de jugements secondaires</li> <li>- Méthode et fréquence d'évaluation et de recueil des données</li> <li>- Résultats du critère de jugement principal : <ul style="list-style-type: none"> <li>* Incidence d'entorses du groupe intervenant</li> <li>* Incidence d'entorses du groupe comparateur</li> </ul> </li> <li>- Résultat du critère de jugement secondaire : <ul style="list-style-type: none"> <li>* Type, Grade et sévérité des entorses des deux groupes</li> <li>* Amélioration ou non de la proprioception et de l'équilibre postural dynamique des deux groupes.</li> </ul> </li> </ul>

**Tableau IX : Méthodologie d'extractions des données**

Tous ces critères ont été rassemblés et analysés pour chacun des articles intégrés, afin d'obtenir la meilleure interprétation possible de la fiabilité des articles. Ces différentes données récoltées nécessaires à l'établissement de cette revue, seront résumées au sein d'un tableau, dans la partie intitulée « Résultats ».

### 2.3.4 Méthodologie de synthèse et d'analyse des résultats

Les études ont été singulièrement détaillées, en évoquant les particularités de chacune. Puis, la mise en commun des résultats a été effectuée pour permettre une analyse globale.

Les résultats recherchés dans les deux groupes d'étude, des articles recueillis seront les suivants :

- Le nombre d'entorses de cheville totale, sur la durée totale de suivi des participants.
- L'incidences d'entorses de cheville pour 1000 expositions sportives, par joueur.

À partir de ces résultats, d'autres données statistiques seront analysées:

=> Le risque ratio (RR) observée après la phase de traitement montrant le risque de la survenue des entorses de cheville dans les groupes contrôle comparativement au groupe intervention.

=> L'intervalle de confiance (IC) à 95%, traduisant la zone d'incertitude de ces différences inter-groupes. C'est un indicateur statistique des plus significatifs concernant les données exploitables, pour mettre en avant la significativité des résultats de l'étude.

=> La valeur de probabilité, sera également retenue pour permettre d'attester ou non de la significativité des résultats.

=> L'estimation de l'effet : donnant un pourcentage de diminution d'un risque, chez les sujets d'un groupe intervention, en comparaison avec ceux d'un groupe témoin.

L'analyse des résultats des différentes études incluses, sera effectuée dans la Partie « Résultats de l'intervention sur les critères de jugements ». Ensuite si cette revue le permet, ces derniers seront inclus dans une méta-analyse permettant une critique statistique.

De cette méta-analyse, nous pourrions tirer plusieurs données issues du Forest Plot, qui seront ensuite analysées dans la partie « Discussion »: Le **Risque Ratio Total** associé à son intervalle de confiance, ainsi que le  $I^2$  permettant la cotation de l'hétérogénéité.

Afin d'évaluer le niveau de preuve des résultats de chacune des études incluses dans cette revue, nous avons eu recours d'abord à la classification de la HAS (ANNEXE 5 et 6) puis au système GRADE (Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation) (ANNEXE 7).<sup>18</sup> Ce système permet de noter la qualité des données probantes ainsi que la force des recommandations des guides de pratiques et des revues systématiques.

La grille AMSTAR-2 (ANNEXE 8) sera également appliquée afin de coter la validité interne ainsi que de la qualité méthodologique de cette revue de littérature. [80]

---

<sup>18</sup> <https://cochrane.org/grade>

# 3 Résultats

## 3.1 Description des études

### 3.1.1 Diagramme de flux

Le diagramme de flux ci-dessous, inspiré du modèle PRISMA, a été utilisé pour mettre en avant les différentes étapes du recueillement des articles, au sein de la méta-analyse.

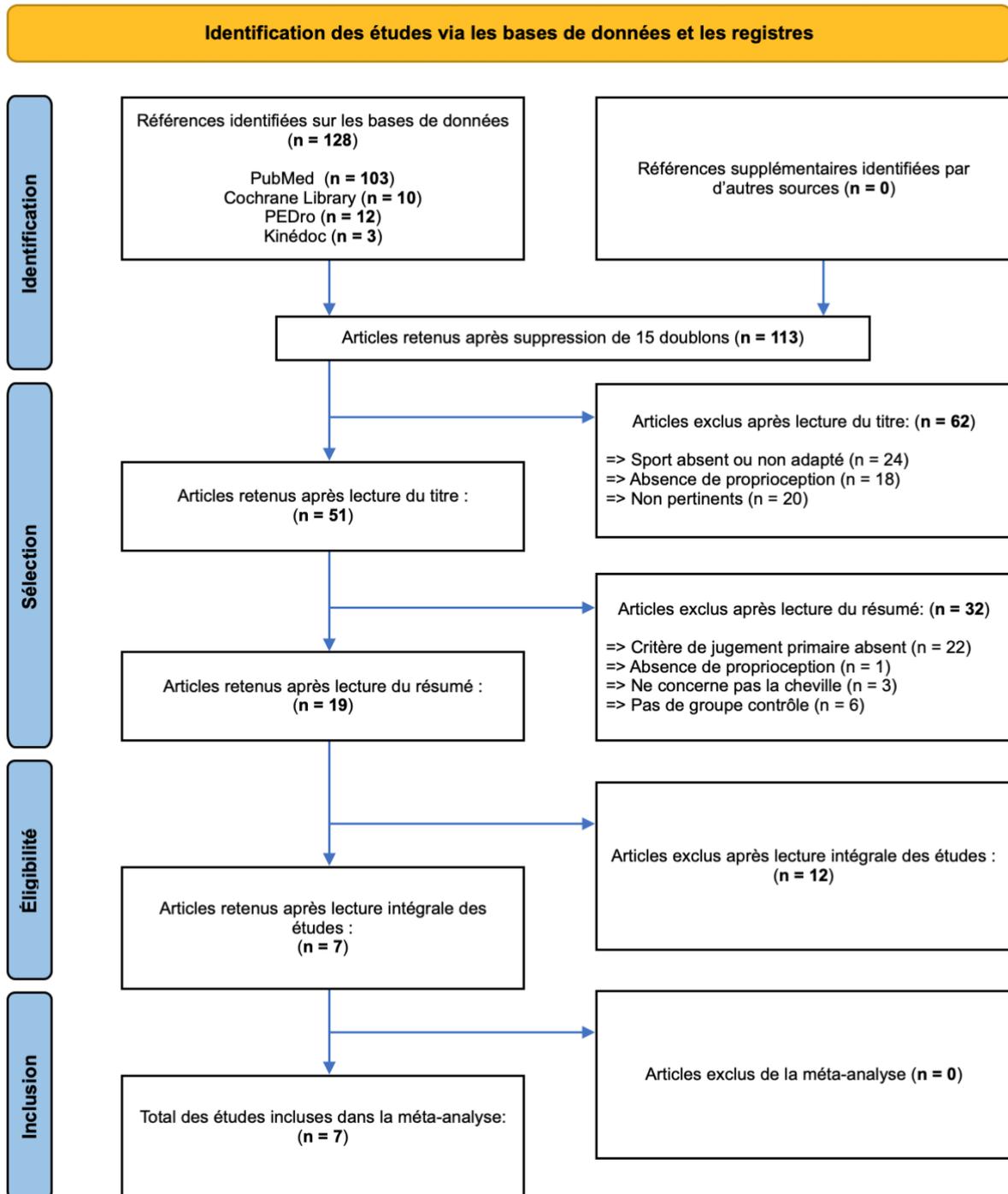


Figure 16 : Diagramme de flux

### 3.1.2 Exclusion des études

Après lecture intégrale des articles, onze d'entre eux n'étaient pas éligibles à l'inclusion au sein de la méta-analyse pour diverses raisons :

<u>Noms des auteurs et dates de publication</u>	<u>Raison de l'exclusion</u>
- Holme E, Magnusson SP, Becher K, Bieler T, et al., 1999 [81] - Olsen OE, Myklebust G, Engebretsen L, Holme I, Bahr R., 2005. [82] - Janssen KW, Van Mechelen W, Verhagen EALM., 2011. [83] - Hupperets MDW, Verhagen EALM, Van Mechelen W., 2008. [84] - Hupperets MDW, Verhagen EALM, Van Mechelen W., 2009. [85]	Sport spécifique non précisé
- Wedderkopp N, Kaltoft M, Holm R, Froberg K., 1999. [86] - Soligard T, Myklebust G, Steffen K, Holme I, et al.,. 2008. [87] - Foss KDB, Thomas S, Khoury JC, Myer GD, Hewett TE. 2018 [88] - Beaudouin F, Rössler R, Aus Der Fünten K, et al., 2019. [89]	Données concernant les entorses de cheville non disponibles. Les résultats ne sont pas analysables
- Stasinopoulos D., 2004. [90]	Absence de groupe contrôle
- Wedderkopp N, Kaltoft M, et al., 1999. [91] - Asgari M, Alizadeh MH, Shahrbanian S, Nolte K, Jaitner T. 2022. [92]	Score PEDro inférieur à 5

***Tableau X : Articles exclus***

### 3.1.3 Inclusion des études

Après lecture intégrale des articles, sept études ont été retenues dans la méta-analyse et sont inscrites dans le tableau ci dessous :

<u>Noms des auteurs et dates de publication</u>	<u>Titre des articles</u>
Verhagen E, Van Der Beek A, Twisk J, Bouter L, Bahr R. 2004. [93]	« The effect of a proprioceptive balance board training program for the prevention of ankle sprains: A prospective controlled trial »
McGuine TA, Keene JS. 2006. [94]	« The effect of a balance training program on the risk of ankle sprains in high school athletes »
Emery CA, Rose MS, McAllister JR, Meeuwisse WH. 2007. [95]	« A prevention strategy to reduce the incidence of injury in high school basketball: a cluster randomized controlled trial »
Mohammadi F. 2007. [96]	« Comparison of 3 preventive methods to reduce the recurrence of ankle inversion sprains in male soccer players »
Eils E, Schröter R, Schröderr M, Gerss J, Rosenbaum D. 2010. [97]	« Multistation proprioceptive exercise program prevents ankle injuries in basketball »
Emery CA, Meeuwisse WH. 2010. [98]	« The effectiveness of a neuromuscular prevention strategy to reduce injuries in youth soccer: a cluster-randomised controlled trial »
Stojanović E, Terrence Scanlan A, Radovanović D, Jakovljević V, Faude O. 2023. [99]	« A multicomponent neuromuscular warm-up program reduces lower-extremity injuries in trained basketball players: a cluster randomized controlled trial ».

***Tableau XI : Articles inclus***

Afin de mettre en avant les caractéristiques importantes de ces études, un tableau résumé de chacun de ces articles a été réalisé, suivant la méthodologie exposée auparavant.

### 3.1.3.1 Verhagen E. and al. 2004. [93]

Le but de cet essai clinique randomisé était de tester l'effet d'un programme proprioceptif sur l'incidence des entorses de cheville, chez les joueurs de volley-ball de 21 à 27 ans, aux Pays Bas. Ce programme d'entraînement spécifique a été comparé, sur une période de 36 semaines, à un groupe contrôle, qui n'avait pas reçu de traitement proprioceptif supplémentaire. Ces deux groupes présentaient les mêmes caractéristiques après leur randomisation, en termes de sexe, d'âge, de taille, de poids, d'antécédents d'entorses et d'heures de jeu totales.

Étude 1: The effect of a proprioceptive balance board training program for the prevention of ankle sprains		
Type	Essai clinique contrôlé randomisé prospectif	
Cadre	Programme proprioceptif sur l'incidence des entorses de cheville chez les joueurs de volleyball aux Pays Bas	
Période de suivi	36 semaines de la saison sportive de 2001-2002	
Population Mixte (n = 1127) 483 Hommes et 644 Femmes		
Sport pratiqué	Volleyball	
Critères d'inclusions	Joueurs de volleyball âgé de 21 à 27 ans, dans des équipes de 2ème et 3ème divisions néerlandaises.	
Critères d'exclusions	Programme supplémentaire de renforcement de la cheville	
	Intervention (n = 641)	Comparateur (n = 486)
Taille des échantillons	392 (car 249 perdus de vue)	340 (car 146 perdus de vue)
Âge ratio	24.4 ± 2.8 ans	24,2 ± 2,5 ans
Taille et poids ratio	183.2 ± 5.8 cm et 74.3 ± 6.3 kg	182,4 ± 6,7 cm et 73,6 ± 6,7 kg
Antécédents d'entorses	419 joueurs (65,4 %)	339 joueurs (69,8 %)
Total d'heures de jeu	62 477 heures	42 960 heures
Description de l'intervention	<p><b>Intervention:</b> Programme proprioceptif avant chaque session de jeu, de 14 exercices avec et sans planche d'équilibre, augmentant en difficulté. Chaque semaine: 4 exercices différents, de 5 minutes à faire sur les 2 chevilles.</p> <p><b>Contrôle:</b> Programme d'entraînement habituel</p>	
Critères de jugements		
Principal / Secondaires	Incidence des entorses de cheville / Incidence chez les entorses récidivantes / Gravité des entorses.	
Recueillement des données	Questionnaire en début (janvier 2002) et fin d'étude (mai 2002). Enregistrement hebdomadaire des blessures par les joueurs eux mêmes. Entorse diagnostiquées par 2 médecins du sport.	

**Tableau XII : Tableau résumé de Verhagen E. and al. 2004. [93]**

#### \* Limites de l'étude :

- L'auto-évaluation des rapports des blessures antérieures et celle apparues durant l'étude, par les joueurs, montre un risque de biais de rappel ainsi qu'un biais de classification.
- La randomisation est une limite puisque le nombre de régions est trop faible pour une analyse d'échantillonnage en grappes.
- Les non-réponses étaient importantes, seulement 116 équipes sur les 288 éligibles ont accepté de participer. L'effet préventif d'un programme proprioceptif pourrait donc être plus faible dans la population générale du volleyball.
- Les pertes de suivis étaient également très élevées à cause d'un manque d'adhérence au programme.

### 3.1.3.2 McGuine TA. and al. 2006. [94]

Cet article vise à étudier l'effet d'un programme d'entraînement à l'équilibre sur l'incidence des blessures, chez 765 joueurs de football et de basketball des universités du Wisconsin sur une saison sportive. Les joueurs âgés de 15 à 18 ans, ont été répartis aléatoirement en deux groupes, dont un servant de témoin. Après randomisation, les mêmes caractéristiques relatives au sexe, à l'âge, à la taille, au poids, aux antécédents d'entorses et aux nombres d'heures de jeu totales ; ont été retrouvés.

Étude 2: The effect of a balance training program on the risk of ankle sprains in high school athletes		
Type	Essai clinique contrôlé randomisé en grappe	
Cadre	Programme d'entraînement à l'équilibre sur 765 joueurs de football et de basketball des universités du Wisconsin	
Période de suivi	Une saison sportive	
Population Mixte (n = 765) 242 Hommes et 523 Femmes		
Sport pratiqué	Football et basketball	
Critères d'inclusions	Figurer sur la liste de l'équipe inter-scolaire (de 15 à 18 ans) de basket-ball ou de football et être en mesure de s'entraîner sans restrictions de blessure antérieure.	
Critères d'exclusions	Absent de la liste de l'équipe inter-scolaire / Autre sport que football et basketball / Absence au 1er entraînement / Absence liée à une blessure antérieure	
	Intervention (n = 373)	Comparateur (n = 392)
Perdus de vue	34 mais pris en compte dans l'analyse finale	0
Âge ratio	16,4 ± 1,2 ans	16,6 ± 1,1 ans
Taille et poids ratio	F: 166,1 ± 6,9 cm et 60,5 ± 7,4 kg H: 174,8 ± 10,4 cm et 71,6 ± 10,8 kg	F: 167,4 ± 6,0 cm et 61,2 ± 7,0 kg H: 173,7 ± 11,7 cm et 69,4 ± 11,6 kg
Antécédents d'entorses	89 joueurs (24 %)	93 joueurs (24 %)
Total d'heures de jeu	20 250 heures	20 828 heures
Description de l'intervention	<p><b>Intervention:</b> Programme proprioceptif, avant ou après chaque entraînement:            - Phases 1 à 4: 5 séances par semaine, 1 mois avant la saison.            - Phase 5: Proprioception spécifique au sport à une jambe, sur planche d'équilibre, 3 fois par semaine pendant 10 minutes tout au long de la saison. Exercices de 30 secondes suivi de 30 secondes de repos.</p> <p><b>Contrôle:</b> Exercices de conditionnement standard, aucun exercice de prévention ou d'entraînement à l'équilibre.</p>	
Critères de jugements		
Principal / Secondaires	Incidence des entorses de cheville / Jours perdus de compétitions / Type d'entorse / Gravité des entorses.	
Recueillement des données	Tout au long de l'étude les données (occurrence, diagnostic et gravité des entorses) ont été recueillies par les entraîneurs, qui ont également effectués des tests de tiroir antérieur.	

**Tableau XIII : Tableau résumé de McGuine TA. and al. 2006. [94]**

#### \* Limites de l'étude :

- Nous retrouvons un biais de rappel sur les antécédents d'entorse car la méthode d'auto-évaluation par les sportifs a été choisie.
- Les sujets ainsi que les entraîneurs n'étaient pas aveuglés, engendrant un biais de performance.
- La non-réponse des sujets masculins était plus élevée impliquant des sujets féminins plus nombreux.
- L'étude a fait part de 34 perdus de vu par non-suivi du programme, qui ont quand même été pris en compte dans les résultats finaux.

### 3.1.3.3 Emery CA. and al. 2007. [95]

Cette étude a pour objectif de montrer une diminution de l'incidence des blessures chez les lycéens Canadiens âgés de 12 à 18 ans, pratiquant le basketball. Les entorses de cheville ont été récoltées dans le groupe intervention et dans le groupe contrôle. Ces groupes avaient des caractéristiques similaires relatives au sexe, à l'âge, à la taille, au poids, aux antécédents d'entorses et aux nombres d'heures de jeu totales, après leur répartition.

Étude 3: A prevention strategy to reduce the incidence of injury in high school basketball			
Type	Essai clinique contrôlé randomisé en grappe		
Cadre	25 lycées de Calgary et des environs, Canada		
Période de suivi	1 an, avec une saison sportive de 18 semaines (novembre 2004 - mars 2005). Le suivi téléphonique s'est poursuivi jusqu'en novembre 2005.		
Population Mixte (n = 920)			
Sport pratiqué	Basket-ball		
Critères d'inclusions	Adolescents de 12 à 18 ans inscrits dans une école secondaire de Calgary et de ses environs, membres de leur équipe de basket-ball inter-scolaire respective (junior/senior, homme/femme).		
Critères d'exclusions	Blessure dans les 6 semaines empêchant participation complète au basket-ball au début de la saison /Antécédents de maladie systémique (cancer, arthrite, maladie cardiaque) ou des troubles neurologiques (traumatisme crânien, infirmité motrice cérébrale). / Absence de consentement des parents si participant < 18 ans.		
		Intervention (n = 494)	Comparateur (n = 426)
Perdus de vue		0	0
Age ratio		Médiane 16 (intervalle 13-18 ans)	Médiane 16 (intervalle 12-18 ans)
Taille et poids ratio		175 ± 2cm et 65,9 +/- 1,9 kg	175 ± 3cm et 66,4 ± 2,4 kg
Antécédents d'entorses		76 joueurs (15,3 %)	63 joueurs (14,8 %)
Total d'heures de jeu		39,369 heures	34,955 heures
Description de l'intervention	<p><b>Intervention:</b> Échauffement de 10 minutes avant les entraînements (éléments d'aérobic, d'étirement statique et dynamique) + Échauffement de 5 minutes spécifique au sport avant les entraînements à faire 5 fois par semaine + Programme d'exercices proprioceptifs avec une planche d'oscillation à domicile de 20 minutes.</p> <p><b>Contrôle:</b> Échauffement avec des éléments aérobics et des étirements statique et dynamique, avant les entraînements</p>		
Critères de jugements			
Principal / Secondaires	Incidence des entorses de cheville / Amélioration de l'équilibre dynamique		
Recueillement des données	Le thérapeute a diagnostiqué et enregistré tout au long de la saison les informations sur les circonstances, le mécanisme des blessures, par numéro d'identification des joueurs.		

**Tableau XIV : Tableau résumé de Emery CA. and al. 2007. [95]**

#### \* Limites de l'étude :

- Il y a une absence de signification statistique pour le critère de jugement principal.
- L'ampleur de l'effet observé était trop faible par rapport à ce qui avait été prévu au début de l'étude.
- La période de réalisation du protocole était trop courte, sans période de pré-saison.
- Une participation diminuée de moitié, en heures d'exposition sportive et en heures de réalisation du programme proprioceptif a été détectée. Cela a pu introduire un biais non négligeable au sein des résultats.

### 3.1.3.4 Mohammadi F. 2007. [96]

Cet essai clinique contrôlé randomisé propose une intervention à l'université des sciences médicales d'Iran pour prévenir les récurrences d'entorses de cheville chez les footballeurs masculins de 21 à 28 ans. Un groupe intervention, impliquant des exercices quotidiens sur un disque de cheville, a été comparé à un groupe n'ayant subi aucune intervention. L'âge, la taille, le poids, les antécédents d'entorses ainsi que les sessions de jeu totales, ne montraient aucune différence significative entre les deux groupes.

Étude 4: Comparison of 3 preventive methods to reduce the recurrence of ankle inversion sprains in male soccer players		
Type	Essai clinique contrôlé randomisé	
Cadre	Intervention à l'université des sciences médicales en Iran pour prévenir les récurrences d'entorses de cheville chez les footballeurs	
Période de suivi	Une saison sportive, après l'entorse précédente	
Population Masculine (n = 40)		
Sport pratiqué	Football	
Critères d'inclusions	Homme de 21 à 28 ans, de la 1ère division de football ayant déjà subi une entorse en inversion de la cheville.	
Critères d'exclusions	Antécédents d'autres lésions des membres inférieurs	
	Intervention (n = 20)	Comparateur (n = 20)
Perdus de vue	0	0
Âge ratio	24,6 ± 2,63 ans	24,6 ± 2,63 ans
Taille et poids ratio	175,6 ± 4,4 cm et 64,3 ± 8,4 kg	175,6 ± 4,4 cm et 64,3 ± 8,4 kg
Antécédents d'entorses	20 joueurs (100 %)	20 joueurs (100 %)
Total des sessions de jeu	2380 sessions	2380 sessions
Description de l'intervention	Intervention: Programme de proprioception quotidien, avec disque de cheville, 30 minutes par jour. Contrôle: Pas d'intervention.	
Critères de jugements		
Principal / Secondaires	Incidence des entorses de cheville	
Recueillement des données	Tous les sujets ont été évalués par des médecins pendant les vacances de pré-saison. Le diagnostic s'est fait dans l'heure suivant la blessure, par l'un des médecins. La fréquence des récurrences a été recueillie à la fin de la session.	

**Tableau XV : Tableau résumé de Mohammadi F. 2007. [96]**

#### \* Limites de l'étude :

- Cette étude est d'une très faible puissance, attribuable à la taille relativement petite des échantillons.
- Le groupe contrôle ne recevait pas d'intervention, cela ne signifie pas avec certitude que leur échauffement habituel ne comprenait pas d'exercices instruisant des notions de proprioception.

### 3.1.3.5 Eils E. and al. 2010. [97]

Sur une saison sportive, Eils E. and al, ont suivis 35 équipes de basketball de la région de Muenster, en Allemagne, afin de déterminer l'incidence des blessures à la cheville. Ces sportifs âgés de 14 à 43 ans, ont été répartis de manière aléatoire dans un groupe témoin ou dans un groupe suivant un programme d'exercices proprioceptifs à 6 stations. La randomisation, n'a pas relevé de différence entre les groupes relativement à la taille, au poids, aux antécédents d'entorses et aux sessions de jeu totales.

Étude 5: Multistation proprioceptive exercise prevents ankle injuries in basketball		
Type	Essai clinique contrôlé randomisé prospectif	
Cadre	35 équipes de basketball de la région de Muenster, en Allemagne.	
Période de suivi	Une saison sportive	
Population Mixte (n = 172) 116 Hommes et 82 Femmes		
Sport pratiqué	Basket-ball	
Critères d'inclusions	Homme ou femme, de 14 à 43 ans, pratiquant le basketball entre le 7ème et le 5ème niveau, sans blessure au début de l'étude	
Critères d'exclusions	Porter des dispositifs de stabilisation externes (attelles ou bandes) / Avoir déjà effectué des exercices proprioceptifs	
	Intervention (n = 81)	Comparateur (n = 91)
Perdus de vue	0	0
Age ratio	22.6 ± 6.3 ans	25.5 ± 7.2 ans
Taille et poids ratio	184.1 ± 11.0 cm et 77.2 ± 15.3 kg	183.6 ± 10.4 cm et 77.8 ± 14.6 kg
Antécédents d'entorses	39 joueurs (48 %)	42 joueurs (46 %)
Total des session de jeu	4876 sessions	4565 sessions
Description de l'intervention	<b>Intervention:</b> Programme d'exercices proprioceptifs à 6 stations, de 20 minutes, spécifique au basket-ball, intégré aux routines d'entraînement 1 fois par semaine. 45 secondes d'exercice pour 30 secondes de repos. <b>Contrôle:</b> Programme d'entraînement habituel.	
Critères de jugements		
Principal / Secondaires	Incidence des entorses de cheville / Performance neuromusculaire (tests biomécaniques)	
Recueillement des données	Sur toute la saison, les blessures ont été enregistrées par un responsable de l'équipe à l'aide d'un questionnaire (circonstances, gravité, diagnostic médical...)	

**Tableau XVI : Tableau résumé de Eils E. and al. 2010. [97]**

#### \* Limites de l'étude :

- Les résultats ont pu être faussés puisque les joueurs du groupe d'entraînement étaient significativement plus jeunes et plus actifs que ceux du groupe témoins. Certes les individus du groupe d'intervention concourraient à une plus grande exposition, mais étaient sûrement mieux préparés et donc moins enclins à subir une blessure.
- De plus, la répartition des sexes entre les différents groupes n'a pas été mentionné, incluant un risque que les femmes soient en supériorité dans le groupe témoins, expliquant la survenue plus marquée d'entorses.

### 3.1.3.6 Emery CA. and al. 2010. [98]

Dans cette étude, des adolescents entre 13 à 18 ans, faisant partie d'une équipe de Calgary de la saison 2006-2007 de Futsal, ont été séparés en un groupe de prévention neuromusculaire et un groupe témoin. Les groupes étaient identiques du point de vue de l'âge, de la taille, du poids, des antécédents d'entorses ainsi que des sessions de jeu totales, afin de déterminer si ce programme d'entraînement spécifique permettait de diminuer l'incidence des blessures, sur une période de suivi d'un an.

Étude 6: The effectiveness of a neuromuscular prevention strategy to reduce injuries in youth soccer		
Type	Essai clinique contrôlé randomisé en grappe	
Cadre	Prévention neuromusculaire dans 12 Clubs de Futsal mixte de Calgary.	
Période de suivi	Suivi sur 1 an: saison sportive de 20 semaines (octobre 2006 à mars 2007) puis suivi téléphonique jusqu'en octobre 2007.	
Population Mixte (n = 744)		
Sport pratiqué	Football en salle	
Critères d'inclusions	Adolescents (hommes ou femmes) de 13 à 18 ans, d'une équipe de Calgary de la saison 2006-2007 de Futsal (niveaux 1 ou 2).	
Critères d'exclusions	Blessure antérieure, dans les 6 semaines / Antécédents de maladie systémique (cancer, arthrite, maladie cardiaque) ou trouble neurologique (traumatisme crânien, infirmité motrice cérébrale) empêchant la participation à la saison.	
Intervention (n = 380)		Comparateur (n = 364)
Perdus de vue	0	0
Age ratio	13-15 ans = 46,6 % ± 5,1 16-18 ans = 53,4 % ± 5,1	13-15 ans = 48,9 % ± 5,2 16-18 ans = 51,1 % ± 5,3
Taille et poids ratio	166 ± 3 cm et 55,2 ± 1,1 kg	163 ± 2 cm et 53,8 ± 1,2 kg
Antécédents d'entorses	154 joueurs (40,5 %)	152 joueurs (41,8 %)
Total d'heures de jeu	24 051 heures	23 597 heures
Description de l'intervention	<p><b>Intervention:</b> 5 minutes d'échauffement standard (exercices d'aérobic, étirements statiques et dynamiques) + 10 minutes d'entraînement neuromusculaire (force, agilité, équilibre) + 15 minutes d'exercices à l'équilibre sur planche oscillante à domicile.</p> <p><b>Contrôle:</b> 5 minutes d'échauffement standard (exercices d'aérobic, étirements statiques et dynamiques) + 15 minutes d'exercices d'étirements à domicile</p>	
Critères de jugements		
Principal / Secondaires	Incidence des entorses de cheville / Incidence chez les entorses récidivantes / Incidence selon l'âge / Incidence des autres blessures.	
Recueillement des données	Tout au long de l'étude, des formulaires de rapport de blessure ont été remplis par le thérapeute dans un délai d'une semaine maximum.	

**Tableau XVII : Tableau résumé de Emery CA. and al. 2010. [98]**

#### \* Limites de l'étude :

- Le programme d'entraînement à domicile, n'a donné que 15% de retours des joueurs.
- La non-participation des équipes était plus importante dans le groupe de contrôle.
- La répartition inégale des équipes masculines et féminines dans les deux groupes d'étude a pu limiter et biaiser les résultats, sachant que les femmes sont plus susceptibles de subir une entorse de cheville.
- Les données d'exposition hebdomadaire étaient manquantes pour 19% des équipes du groupe intervention contre seulement 14% pour le groupe contrôle. Ces données absentes peuvent jouer en la faveur du groupe intervention en limitant le nombre d'exposition sportive initiale.
- La taille de l'échantillon estimée n'a pas été atteinte, pouvant compromettre les données récoltées.

### 3.1.3.7 Stojanović E. and al. 2023. [99]

Cette étude Suisse, visait à réduire l'incidence des blessures des membres inférieurs chez les joueurs de basketball entre 16 et 29 ans, à l'aide d'un programme d'entraînement neuro-musculaire. Les éléments caractéristiques des groupes intervention et témoin liés au sexe, à l'âge, au poids, à la taille, aux antécédents d'entorses et aux heures de jeu totales, étaient sensiblement similaires.

Étude 7: A multicomponent neuromuscular warm-up program reduces lower-extremity injuries in trained basketball players		
Type	Essai clinique contrôlé randomisé en grappe	
Cadre	39 équipes de basketball régionales en Suisse	
Période de suivi	Une saison sportive (octobre 2021 à mai 2022)	
Population Mixte (n = 112) 85 Hommes et 27 Femmes		
Sport pratiqué	Basketball	
Critères d'inclusions	Homme ou femmes entre 16 et 29 ans avec 2 ans minimum d'expérience en basketball. Pratiquant au moins 2 séances par semaine.	
Critères d'exclusions	Sujet plus jeune que 16 ans / Moins de 2 ans d'expérience / Moins de 2 séances par semaine / Autre programme de prévention des blessures ou axé sur le contrôle neuro-musculaire / Blessure au début de l'étude.	
	Intervention (n = 57)	Comparateur (n = 55)
Perdus de vue	0	0
Age ratio	21,6 ± 2,5 ans	21,6 ± 2,6 ans
Taille et poids ratio	186,2 ± 8,8 cm et 80,0 ± 10,4 kg	186,9 ± 9,1 cm et 81,5 ± 10,9 kg
Antécédents d'entorses	13 joueurs (23 %)	14 joueurs (25 %)
Total d'heures de jeu	11 268,5 heures	10 737,5 heures
Description de l'intervention	<p><b>Intervention:</b> Échauffement neuromusculaire de 20 minutes, intégré au début des entraînements, effectué 4 à 5 fois par semaine. Composé de 18 exercices de difficulté croissante et de 3 parties (course à pied, étirements actifs, pliométrie, équilibre, force et agilité).</p> <p><b>Contrôle:</b> Échauffement habituel (compétences sportives et étirements statiques)</p>	
Critères de jugements		
Principal / Secondaires	<u>Incidence des entorses de cheville</u> / Gravité et mécanisme des entorses / Incidence selon matchs ou entraînements / Incidence chez les entorses récidivantes.	
Recueillement des données	Chaque semaine, les entraîneurs et le personnel médical certifié ont fourni des détails sur l'incidence et l'état des blessures.	

**Tableau XVIII : Tableau résumé de Stojanović E. and al. 2023. [99]**

#### \* Limites de l'étude :

- La taille d'échantillon est faible, induisant un nombre amoindri de blessures observées, pouvant limiter l'exploitation des résultats. Les taux d'incidence des blessures entre les groupes étaient donc difficilement comparables en fonction de la gravité des blessures.
- Nous remarquons une incohérence dans les résultats relative aux récives d'entorses, avec un intervalle de confiance calculé indiquant une non-significativité des résultats, comparativement à la valeur de probabilité récoltée par l'auteur.

Aucun des articles ci-dessus n'incluent des handballeurs. Ces sportifs ne seront donc pas pris en compte dans l'analyse, ni dans l'interprétation des résultats de cette revue.

## 3.2 Risque de biais des études incluses

### 3.2.1 Grille d'analyse PEDro

Dans le but d'analyser le sérieux ainsi que la qualité des études sélectionnées, l'échelle PEDro a été utilisée. (ANNEXE 4) Cette dernière regroupe 11 critères permettant de mettre en évidence les différents biais pouvant être présents dans chacun des essais cliniques randomisés. Chaque critère est validé ou non, équivalent respectivement à 1 et 0 point sur le score final de 10.

La grille PEDro, permettent d'examiner divers biais, notamment à travers ces 11 critères :

- Le **critère 1** permet d'examiner la validité externe de l'étude, comprenant l'évaluation des critères d'éligibilité et d'inclusion des individus. Ce dernier n'est pas pris en compte dans le score final.
- Les critères 2 à 9 suivent la validité interne et donc la qualité méthodologique de l'étude.
  - \* Les **critères 2, 3 et 4** vérifient les **biais de sélection et d'assignation** : les groupes doivent être établis de manière aléatoire et similaires et les patients doivent être assignés secrètement.
  - \* Les **critères 5 et 6** montrent les **biais de performance** : les participants et les thérapeutes doivent être mis en aveugle.
  - \* Le **critère 7** correspond au **biais de détection** : l'examineur doit être mis en aveugle.
  - \* Le **critère 8** est le **biais de suivi** : le suivi se doit d'être similaire et adéquat pour tous les participants.
  - \* Le **critère 9** montre le **biais de migration** : le traitement reçu par l'ensemble des sujets doit être similaire à celui annoncé.
- Les **critères 10 et 11** montrent la pertinence clinique de l'étude grâce à l'analyse des résultats statistiques. Ils montrent potentiellement un **biais d'évaluation** : des mesures ponctuelles et de variabilité pour au moins un résultat clé ainsi que la mention des comparaisons statistiques entre les groupes doivent être rapportés.

### 3.2.2 Synthèse des risques de biais des études incluses

- Premièrement, nous pouvons affirmer que la validité externe de l'intégralité des articles a été respectée. En effet, toutes les études ont donné leurs critères d'éligibilité dans le recrutement de leurs participants.

- Cependant, la validité interne des études varie en fonction des articles :

\* En ce qui concerne les biais de sélection et d'assignation, l'entièreté des articles inclus avaient des groupes d'études construits de manière aléatoire, et similaires du point de vue de leurs populations. Néanmoins, seule l'étude de **Emery CA, et al. 2010**, [98], a respecté l'association secrète des sujets aux groupes d'études. Nous retrouvons alors un **biais d'assignation** pour les six autres articles inclus.

\* Le type de revu thérapeutique implique que la mise en aveugle des thérapeutes et des participants concernant la modification de leur programme d'entraînement, est très difficile à obtenir. C'est pourquoi, toutes les études de cette revue de littérature présentent un **biais de performance**, car tous les thérapeutes ainsi que les participants avaient connaissance de l'intervention attribuée.

\* L'examineur a été mis en aveugle seulement dans les études de **Verhagen E, et al. 2004**, [93], de **Emery CA, et al. 2007**, [95] et de **Emery CA, et al. 2010**, [98], montrant un **biais de détection** pour les

autres études non citées, où la connaissance du groupe du sujet, aurait pu influencer les résultats des examinateurs, concernant l'incidence des blessures.

\* Un suivi similaire et adéquat de tous les patients n'a pas été démontré dans les études de **Verhagen E, et al. 2004**, [93], **Emery CA, et al. 2010**, [98], qui possèdent ainsi un biais de suivi.

\* Un biais de migration a été retrouvé dans l'entièreté des études, à l'exception de **McGuine TA, et al. 2006**, [94], et de **Emery CA, et al. 2010**. [98], où les participants du groupe intervention ou contrôle ont reçu le traitement tel qu'attribué.

- Finalement, la pertinence clinique des études était satisfaisante, aucun biais d'évaluation n'a été relevé. Tous les articles présentaient des résultats de comparaison statistique entre les différents groupes, ainsi que des mesures ponctuelles et de variabilité pour au moins un critère de jugement.

D'après les critères que nous venons d'énoncer, voici les scores PEDro obtenus pour chacun des articles mentionnés :

Étude	Items PEDro											Score /10
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Verhagen E, et al. 2004	X	X		X			X			X	X	<b>5/10</b>
McGuine TA, et al. 2006	X	X		X				X	X	X	X	<b>6/10</b>
Emery CA, et al. 2007	X	X		X			X	X		X	X	<b>6/10</b>
Mohammadi F. 2007	X	X		X				X		X	X	<b>5/10</b>
Eils E, et al. 2010	X	X		X				X		X	X	<b>5/10</b>
Emery CA, et al. 2010	X	X	X	X			X		X	X	X	<b>7/10</b>
Stojanović E, et al. 2023	X	X		X				X		X	X	<b>5/10</b>

***Tableau XIX : l'Échelle PEDro***

Un score compris entre 6 et 10 sur l'échelle de PEDro, correspond à une qualité méthodologique de de haut niveau. [79] Dans cette revue de littérature 3 études sont classées comme telle : **McGuine TA, et al. 2006**, [94], **Emery CA, et al. 2007**, [95] et **Emery CA, et al. 2010**, [98]. Les autres études ont obtenu un score de 5 témoignant d'une qualité méthodologique modérée. [79]

### 3.3 Effet de l'intervention sur les critères de jugements

Maintenant que nous avons une synthèse des éléments nécessaires ainsi que des biais présents dans les études incluses, nous allons nous pencher sur les résultats obtenus relatifs aux critères de jugements.

- Le critère de jugement principal de cette revue de littérature est un critère objectif quantitatif de l'incidence des entorses de cheville, récoltée par les études.

- Le critère de jugement secondaire est, quant à lui, un critère objectif de qualification des entorses, selon leur récurrence ainsi que leur gravité.

### 3.3.1 Synthèse qualitative

#### 3.3.1.1 Le critère de jugement principal

Dans cette analyse des résultats des études sélectionnées, plusieurs données seront présentées, puis analysées dans la partie « Discussion ». Les données **statistiquement significatives** seront relevées et mises en avant car elles permettent d’annoncer avec une plus grande certitude que la différence observée et de ce fait l’effet du programme proprioceptif proposé, ne sont pas dûs au hasard.

La significativité des résultats sera déterminée à l’aide de la valeur de probabilité, autrement appelé valeur « p », normalement comprise entre 0 et 1, devra être **inférieure à 0,05**.

Le tableau ci-dessous, montre l’incidence des entorses de cheville recensée par les différentes études au cours de leur période de suivi. Pour chacune d’entre elle, le nombre d’entorses total et le nombre d’entorses pour 1000 heures d’exposition sportive par joueur dans les groupes intervention et contrôle ont été récoltés.

Étude	INTERVENTION		CONTRÔLE		COMPARAISON		
	Incidence entorses de cheville	Entorse pour 1000h exposition sportive	Incidence entorses de cheville	Entorse pour 1000h exposition sportive	RR (IC à 95%)	Estimation de l’effet	Valeur p
Verhagen E, et al. 2004	29	<u>0,50</u>	41	<u>0,90</u>	<b>0,40</b> (0,10-0,70)	60 %	<i>p &lt; 0,05</i>
McGuine TA, et al. 2006	23	<u>1,13</u>	39	<u>1,87</u>	<b>0,62</b> (0,38-1,02)	38 %	<i>p = 0,045</i>
Emery CA, et al. 2007	62	<u>1,57</u>	76	<u>2,46</u>	<b>0,71</b> (0,45-1,13)	29 %	<i>p = 0,15</i>
Mohammadi F. 2007	1	<u>0,13</u>	8	<u>3,33</u>	<b>0,13</b> (0,003-0,93)	87 %	<i>p = 0,02</i>
Eils E, et al. 2010	7	<u>1,53</u>	21	<u>4,31</u>	<b>0,65</b> (0,15-0,83)	35 %	<i>p = 0,018</i>
Emery CA, et al. 2010	14	<u>0,58</u>	27	<u>1,14</u>	<b>0,50</b> (0,24-1,04)	50 %	<i>p = 0,065</i>
Stojanović E, et al. 2023	3	<u>0,27</u>	11	<u>1,02</u>	<b>0,26</b> (0,05-0,98)	74 %	<i>p = 0,02</i>

**Tableau XX : Tableau récapitulatif des résultats du critère de jugement principal**

D’autres données ont également été incluses :

- Le Risque Relatif (RR), qui correspond au risque d’apparition d’un critère de jugement dans le groupe intervention comparativement au groupe témoin. Autrement dit, au plus le risque relatif est faible, au plus l’incidence des entorses a été importante dans le groupe contrôle, au plus l’intervention basée sur la proprioception a eu de l’effet.

- De ce risque relatif, nous avons calculé l’estimation de l’effet grâce à la formule :  $RRR = (1-RR) \times 100\%$ . Ce dernier est considéré comme un pourcentage de diminution d’un risque, chez les sujets d’un groupe intervention, en comparaison avec ceux d’un groupe témoin. Dans notre cas, l’estimation de l’effet montre le pourcentage de réduction de l’incidence des entorses de cheville dans le groupe participant aux programmes proprioceptifs.

Il est important de notifier que deux des études incluses ne présentent pas des résultats statistiquement significatifs concernant le critère de jugement principal. En effet, **Emery CA, et al. 2007** ( $p = 0,15$ ) ainsi que **Emery CA, et al. 2010** ( $p = 0,065$ ), exposent une valeur « p » supérieure à 0,05. Il est alors possible que leurs résultats concernant l’intervention proposée, soit le fruit du hasard.

### 3.3.1.2 Les critères de jugements secondaires

L'analyse du critère de jugement secondaire, est une analyse concernant uniquement les joueurs ayant des **antécédents d'entorse de cheville**. Cela permettra d'éclaircir l'efficacité des programmes proprioceptifs sur les entorses récidivantes et ainsi de comparer les résultats récoltés. Selon les résultats proposés, nous ne pourrions uniquement montrer le facteur de risque des antécédents de blessures à la cheville sur l'apparition d'une nouvelle entorse, sans comparer les groupes de sujets.

Un autre critère de jugement secondaire, est porté sur la **gravité des entorses** enregistrées chez les sujets ayant participé au programme de proprioception, comparativement aux sujets du groupe contrôle. La gravité des blessures a été classée par jour d'arrêt de jeu : mineure (0-7 jours), modérée (8-21 jours) et grave (> 21 jours).

#### 1 : Verhagen E. and al.

**Récidive** : Dans cette étude, une diminution significative ( $p < 0,05$ ) de l'incidence des entorses de cheville dans le groupe intervention comparativement au groupe contrôle, concernant les récides d'entorses de cheville, a été aperçu : **RR = 0,4 (IC à 95 %, 0,2-0,8)**.

**Gravité** : La gravité des entorses enregistrées dans cette étude a donné une moyenne d'absence des joueurs de volleyball allant de **0 à 6,6 semaines** (3,3 +/- 3,3 semaines) dans le groupe d'intervention et de **0,9 à 8,1 semaine** (4,5 +/- 3,6 semaines) dans le groupe témoin. Cependant cette différence ne s'est pas avérée être significative ( $p > 0,05$ ).

#### 2 : McGuine TA. and al.

**Récidive** : Cet article montre un risque statistiquement significatif ( $p = 0.005$ ) doublé de subir une entorse de cheville chez les joueurs ayant connus une entorse au cours de l'année précédente (**RR = 2,14 (IC 95% : 1,25-3,65)**). Pour le groupe intervention, on trouve une réduction des récides significatives ( $p = 0.033$ ) avec un RR de 0.56 (IC 95% : 0,33-0,95).

**Gravité** : Le nombre moyen de jours perdus, en raison des entorses, était de **5,8 +/- 5,5 jours** pour les sujets du groupe **d'intervention** et de **8,1 ± 6,6 jours** pour les sujets du groupe **contrôle**. Les sujets du groupe ayant participé aux programmes de proprioception avaient une incidence d'entorses mineures plus élevée que les sujets du groupe contrôle, qui avaient, eux, plus d'entorses de type modéré et grave. En effet, le groupe intervention a subi 74% d'entorses mineures et 22% d'entorses modérées et graves. Comparativement au groupe contrôle qui avait 59% d'entorses mineures mais 33% de modérées et graves. Toutefois, après regroupement des données, aucune différence significative dans la gravité des entorses au sein des deux groupes n'a été trouvée ( $p = 0,281$ ).

#### 3: Emery CA, et al. 2007

**Récidive** : Les entorses de la cheville chez les joueurs de l'ensemble des deux groupes, ayant déclaré s'être déjà blessé au cours de l'année précédente, montraient un risque supplémentaire de récide avec un RR = 1,52 (IC 95 % : 1,07-2,14).

**Gravité** : Dans cette étude les qualifications des blessures par gravité, ne concernaient pas uniquement les entorses de cheville. Les blessures mineures et modérées, respectivement de 74,3% (IC 95% : 66,1-81,4) et de 16,2 % (IC 95 % : 10,4-23,5) étaient en proportion plus élevées dans le groupe contrôle comparativement au groupe intervention, respectivement de 71,3% (IC 95 % : 62,7-78,9) et de 10,1 % (IC 95 % : 5,5-16,6). Néanmoins, les atteintes graves se trouvaient être plus importantes dans le groupe d'entraînement 18,6 % (IC 95 % : 12,3-26,4) contre 9,6 % (IC 95 % : 5,2- 15,8) pour le groupe témoin. La proportion de blessures ne différait pas statistiquement selon les groupes.

#### 4 : Mohammadi F.

**Récidive** : Tous les joueurs ayant participé à cette étude, avaient des antécédents d'entorses de cheville d'après les critères d'inclusions. C'est pourquoi nous retrouvons les mêmes résultats que dans l'analyse du critère de jugement principal, qui sont : **RR = 0,13 (0,003-0,93)** avec une valeur de probabilité égale à 0,02 montrant la significativité des résultats.

#### 5 : Eils E. and al.

**Récidive** : L'analyse de l'incidence des entorses de cheville chez les joueurs récidivistes, sur l'ensemble des deux groupes, a révélé un RR = 1,6 (IC 95% : 0,755-3,553) montrant un risque accru mais non significatif de subir une blessure à la cheville (p = 0,212).

#### 6 : Emery CA. et al. 2010

**Récidive** : L'analyse de l'incidence des entorses de cheville chez les joueurs récidivistes, sur l'ensemble des deux groupes, a révélé un RR = 2,29 (IC 95% : 1,23-4,28), désignant un risque significatif de subir à nouveau une blessure à la cheville (p < 0,05).

**Gravité** : Dans cette étude les qualifications des blessures par gravité, ne concernaient pas uniquement les entorses de cheville. Une plus grande proportion des blessures modérées a été relevée dans le groupe **formation** : **26 %** (IC 95 % : 14,63-40,34) comparativement au groupe **contrôle** : **16,46 %** (IC 95 % : 9,06-26,49). Cependant, le taux d'atteinte grave était plus important dans le groupe **contrôle** : **6,33 %** (IC 95 % : 2,09-14,16) en comparaison aux sujets **d'entraînement** : **2 %** (IC 95 % : 0,05-10,64). Toutefois, la proportion de blessures modérées ou graves ne différait pas statistiquement selon le groupe de formation.

#### 7 : Stojanović E. and al.

**Récidive** : Les antécédents d'entorses de la cheville ont affecté significativement (p = 0,003) l'incidence des entorses de la cheville récurrentes, représentant **33 %** dans le groupe d'intervention et **45 %** dans le groupe témoin. Nous avons alors calculé le risque relatif qui s'est avéré être égal à **0,73** dans un intervalle de confiance à 95% allant de **0,51 à 1,04**.

**Gravité** : Sur les 11 sujets du groupe témoin ayant subis une entorse de cheville, 64 % d'entre eux avaient une entorse de type grave contre seulement 36% d'entorses mineures. Pour ce qui est des 3 participants du groupe entraînement ayant subis une entorse, 66% étaient graves et 34% étaient mineures. La gravité des entorses ne varie donc pas statiquement entre les différents groupes.

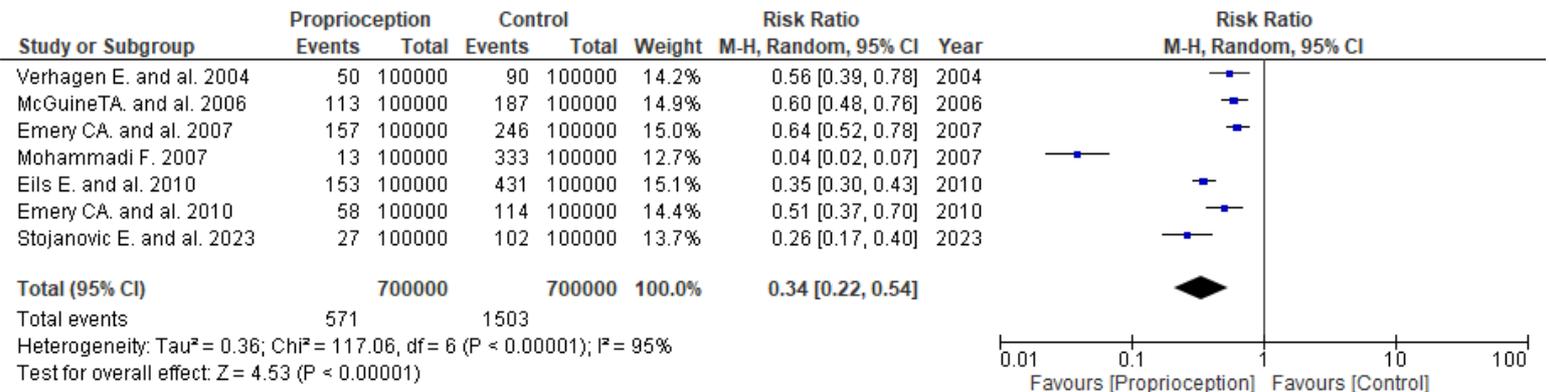
### 3.3.2 Synthèse quantitative : la méta-analyse

La méta-analyse n'a pu être réalisée que pour le critère de jugement primaire. Nous retrouvons ci-dessous, deux Forest Plots ainsi que leurs données, qui seront analysées dans la partie « Discussion ». Le premier tableau a montré l'incidence des entorses de cheville dans chacun des groupes sur toute la durée de suivi, alors que le deuxième représente l'incidence des entorses de cheville par joueur pour 1000 expositions sportives.

Il est important de notifier que les valeurs rentrées dans le deuxième tableau, ont toutes été multipliées par 100 pour des raisons pratiques, liées aux nombres décimaux.



**Tableau XXI : Forest Plot: Incidence d'entorses sur la durée de suivie**



**Tableau XXII : Forest Plot: Incidence d'entorses pour 1000 expositions sportives par joueur**

## 4 Discussion

Cette revue de littérature a pour but d'évaluer l'efficacité des programmes visant à améliorer la proprioception, dans la prévention des entorses de chevilles chez les sportifs à risques. Après avoir mis en lumière les résultats des études et ceux de la méta-analyse, ces derniers doivent désormais être analysés et détaillés avec rigueur, en tenant compte des différents biais présents au sein des articles, mais également au sein de ce mémoire.

### 4.1 Analyse des principaux résultats

#### 4.1.1 Analyse par article d'après le tableau récapitulatif

Étude	INTERVENTION		CONTRÔLE		COMPARAISON		
	Incidence entorses de cheville	Entorse pour 1000h exposition sportive	Incidence entorses de cheville	Entorse pour 1000h exposition sportive	RR (IC à 95%)	Estimation de l'effet	Valeur p
Verhagen E, et al. 2004	29	<u>0,50</u>	41	<u>0,90</u>	<b>0,40</b> (0,10-0,70)	60 %	<i>p &lt; 0,05</i>
McGuine TA, et al. 2006	23	<u>1,13</u>	39	<u>1,87</u>	<b>0,62</b> (0,38-1,02)	38 %	<i>p = 0,045</i>
Emery CA, et al. 2007	62	<u>1,57</u>	76	<u>2,46</u>	<b>0,71</b> (0,45-1,13)	29 %	<i>p = 0,15</i>
Mohammadi F. 2007	1	<u>0,13</u>	8	<u>3,33</u>	<b>0,13</b> (0,003-0,93)	87 %	<i>p = 0,02</i>
Eils E, et al. 2010	7	<u>1,53</u>	21	<u>4,31</u>	<b>0,65</b> (0,15-0,83)	35 %	<i>p = 0,018</i>
Emery CA, et al. 2010	14	<u>0,58</u>	27	<u>1,14</u>	<b>0,50</b> (0,24-1,04)	50 %	<i>p = 0,065</i>
Stojanović E, et al. 2023	3	<u>0,27</u>	11	<u>1,02</u>	<b>0,26</b> (0,05-0,98)	74 %	<i>p = 0,02</i>

**Tableau XX : Tableau récapitulatif des résultats du critère de jugement principal**

##### 4.1.1.1 Verhagen E. and al. 2004, [93]

\* **Incidence des entorses** : D'après les résultats de Verhagen E. and al, la proprioception permet une réduction **significative (p < 0,05)** de l'incidence des entorses de cheville chez les volleyeurs : **RR = 0,40**.

\* **Récidive** : Chez les sujets avec des antécédents d'entorse de cheville, le risque d'une nouvelle incidence dans le groupe contrôle était **0,4 fois plus élevé** que pour le groupe intervention. Verhagen E. and al, remarquent alors une diminution significative du risque chez les volleyeurs récidivistes ayant participé au programme de proprioception. En effet l'intervalle de confiance à 95% (**0,20-0,80**), ne comprend pas la valeur « 1 », mais là aussi, la valeur de probabilité était **inférieure à 0,05**.

\* **Gravité** : La moyenne d'absence des joueurs après une entorse de cheville était plus faible chez les sujets du groupe intervention (21,1 jours) comparativement aux sujets du groupe témoins (31,5 jours). Verhagen E. and al, montrent une gravité des entorses moindre chez les volleyeurs ayant participé à l'entraînement proprioceptif. Le risque ratio calculé, a donné **0,50** avec un intervalle de confiance allant de **0,67 à 0,81**. Cependant, d'après l'auteur, ces différences ne sont pas statistiquement significatives, la valeur de probabilité étant **supérieure à 0,05**.

#### 4.1.1.2 McGuine TA. and al. 2006, [94]

\* **Incidence des entorses** : D'après les résultats de l'étude de McGuine TA. and al, la proprioception permet une diminution de l'incidence des entorses de cheville chez les footballeurs et les basketteurs : **RR = 0,62**. Cela de manière **significative** si nous nous fions à la valeur de probabilité (**p = 0,045**) et non à l'intervalle de confiance à 95%, incluant la valeur « 1 ».

\* **Récidive** : Cet article de McGuine TA. and al, montre que l'entraînement à la proprioception, réduit les récurrences d'entorses chez les footballeurs et les basketteurs, avec un **risque relatif** égal à **0,56**. Ces résultats sont significatifs car l'intervalle de confiance à 95% (**0,33-0,95**) n'inclut pas la valeur « 1 », et la valeur de probabilité vaut **0,033** donc est **inférieure à 0,05**.

\* **Gravité** : Le nombre moyen de jours d'absence, en raison des entorses, était plus faible pour les sujets du groupe intervention (5,8 jours) comparativement à ceux du groupe contrôle (8,1 jours). Le **risque ratio** calculé a donné **0,72** avec un intervalle de confiance allant de **0,38 à 0,91**. Les entorses avec une gravité plus importante étaient enregistrées chez les footballeurs et les basketteurs témoins. Néanmoins, la valeur de probabilité de l'auteur était de 0,28, les différences de gravité au sein des deux groupes n'étaient **pas statistiquement significatives**.

#### 4.1.1.3 Emery CA, et al. 2007 [95] :

\* **Incidence des entorses** : D'après les résultats de l'étude de Emery CA, et al. 2007, l'effet de la proprioception tend à diminuer l'incidence des entorses de cheville chez les basketteurs Canadiens : **RR = 0,71**. Mais ces résultats ne sont **pas significatifs** (**p = 0,15**), d'autant plus que l'intervalle de confiance à 95%, inclut la valeur « 1 ».

\* **Récidive** : Dans l'ensemble des deux groupes, d'après Emery CA, et al. 2007, le risque de subir une entorse de cheville, chez les basketteurs ayant déclaré s'être déjà blessés à la cheville au cours de l'année précédente, était multiplié par 1,52. Les données concernant la significativité ne sont pas disponibles, mais cela appuie que les antécédents d'entorses sont des facteurs de risques de l'entorse de cheville.

\* **Gravité** : Emery CA, et al. 2007, parlent de la gravité des blessures générales comprenant, au sein de leurs résultats, les entorses de cheville. Bien que leur résultats semblent montrer que les blessures graves seraient plus nombreuses chez les basketteurs témoins, nous ne pouvons pas être certains que ces résultats soient les mêmes pour les entorses de cheville uniquement. De plus les résultats rapportés, n'étaient pas significatifs.

#### 4.1.1.4 Mohammadi F. 2007. [96]

\* **Incidence des entorses et récurrence** : Au sein de cet article, tous les joueurs inclus présentaient des antécédents d'entorse de cheville. D'après les résultats de l'étude de Mohammadi F, la proprioception permet une réduction de l'incidence des entorses de cheville récurrentes chez les footballeurs masculins : **RR = 0,13** et cela de manière **significative** (**p = 0,02**).

#### 4.1.1.5 Eils E. and al. 2010. [97]

\* **Incidence des entorses** : D'après les résultats de Eils E. and al, la proprioception permet de réduire **significativement** ( $p = 0,018$ ) l'incidence des entorses de cheville chez les basketteurs : **RR = 0,65**.

\* **Récidive** : Dans l'ensemble des deux groupes, d'après Eils E. and al, le risque de subir une entorse de cheville, chez les basketteurs récidivistes, était multiplié par 1,60. Le facteur de risque des antécédents d'entorses est donc mis en avant chez les basketteurs. Toutefois, ce risque s'est avéré être non significatif dans cet article, avec une valeur de probabilité égale à 0,212.

#### 4.1.1.6 Emery CA. et al. 2010. [98]

\* **Incidence des entorses** : D'après les résultats de l'étude de Emery CA, et al. 2010, l'effet de la proprioception tend à diminuer l'incidence des entorses de cheville chez les joueurs de futsal Canadiens : **RR = 0,50**. Mais ces résultats ne sont **pas significatifs** ( $p = 0,065$ ), d'autant plus que l'intervalle de confiance à 95%, inclut la valeur « 1 ».

\* **Récidive** : L'ensemble des joueurs de Futsal ayant déclaré s'être déjà blessés à la cheville au cours de l'année précédente présentent un risque de subir une blessure de cheville multiplié par 2,29 d'après Emery CA, et al. 2010. Ce risque présente une valeur de probabilité inférieure à 0,05, montrant la significativité des résultats. D'après cette étude, les antécédents d'entorses des joueurs de futsal, sont des facteurs de risques de l'entorse de cheville.

\* **Gravité** : Emery CA, et al. 2010, parlent de la gravité des blessures générales comprenant, au sein de leurs résultats, les entorses de cheville. Bien que leurs résultats semblent montrer que les blessures graves seraient plus nombreuses chez les joueurs de futsal du groupe témoin, nous ne pouvons pas être certains que ces résultats soient les mêmes pour les entorses de cheville uniquement. De plus les résultats rapportés, n'étaient pas significatifs

#### 4.1.1.7 Stojanović E. and al. 2023. [99]

\* **Incidence des entorses** : D'après les résultats de l'étude de Stojanović E. and al, la proprioception permettrait une diminution de l'incidence des entorses de cheville chez les basketteurs : **RR = 0,26**, et cela de manière **significative** ( $p = 0,02$ ).

\* **Récidive** : Les basketteurs récidivistes, ont connu un pourcentage plus important d'entorses de cheville dans le groupe contrôle (45%) comparativement au groupe intervention (33%). Le calcul du **risque ratio** résultats a donné **0,73** et a été inclus dans un intervalle de confiance à 95% allant de **0,51** à **1,04**, ce qui semble non significatif. Cependant, Stojanović E. and al, ont déterminé de manière significative ( $p = 0,003$ ) que l'entraînement proprioceptif permet une réduction des récides des entorses chez les basketteurs.

\* **Gravité** : Cette étude ne montre **pas de différence significative** quant à la gravité des entorses de cheville chez les basketteurs ayant participé au programme de proprioception et ceux n'ayant pas eu d'intervention spécifique.

=> **Limites inhérentes à l'ensemble des études** : les résultats obtenus sont à interpréter avec prudence. En effet, certaines limites peuvent être mises en avant :

- Nous n'avons pas d'information sur la manière dont les joueurs respectaient leurs protocoles, l'implication réelle des joueurs au programme d'intervention était incertaine. D'autant plus que les contacts directs avec les entraîneurs et les équipes étaient très limités.

- Les résultats obtenus, ne sont représentatifs que pour une population stricte, respectant les critères d'inclusions choisis par l'étude, en termes d'âges, de sports et de niveaux de compétitions, et de régions géographiques.

- Les sujets du groupes témoin avait un échauffement non standardisé pour l'ensemble des équipes, mettant en jeu des différences au sein d'un même groupe, même si la proprioception était exclue.

- Les équipes ainsi que les entraîneurs intégrés au groupe d'intervention ne pouvaient pas être aveuglés à l'insertion d'un nouveau programme d'échauffement.

#### 4.1.2 Analyse globale du critère de jugement primaire : la méta-analyse

Les Forest Plots, ont permis de regrouper et de comparer les résultats inter-groupes issus des articles sélectionnés, en ce qui concerne l'incidence des entorses de cheville chez les sportifs à risque. Globalement, lors de l'analyse des deux figures, nous devinons une nette tendance en faveur des groupes interventions. Nous allons alors détailler ces graphiques, par une analyse observationnelle, puis par une analyse chiffrée en intégrant l'hétérogénéité et la significativité.

##### 4.1.2.1 *Incidence des entorses de cheville sur la durée de suivi*



**Tableau XXI** : Forest Plot: Incidence d'entorses sur la durée de suivie

##### Analyse observationnelle par article :

\* **Ligne de non-effet** : cette ligne verticale située au milieu du graphique, a pour but de montrer une potentielle différence entre les deux groupes expérimentaux. Elle représente le seuil de significativité statistique. En effet si l'intervalle de confiance à 95% d'une étude, symbolisé par leur ligne horizontale, chevauche cette ligne de non-effet, les résultats ne seront pas statistiquement significatifs. Nous observons que les études, individuellement parlant, ont toutes une **valeur de probabilité supérieure à 0,05**, exceptée celle de McGuine TA. and al, présentant des résultats non significatifs. Par ailleurs, même si ces dernières ne chevauchent pas la ligne de non-effet, elles y sont très proches, montrant une **pertinence clinique peu importante**.

\* **Taille de l'effet** : est représentée par les carrés bleus, montrant de manière proportionnelle le « poids » que prend l'étude au sein de la méta-analyse. Cette taille d'effet peut être dû à la grandeur des échantillons de chaque groupe. C'est pourquoi les études avec une plus petite population comme Mohammadi F, Stojanović E. and al, Emery CA, et al. 2010. et Eils E. and al, ont **moins d'importance d'effet** au sein de cette méta-analyse.

\* **Intervalle de confiance à 95%** : sont schématisés par la ligne verticale, se dirigeant de part et d'autre des carrés bleus. Plus l'intervalle de confiance est grand, moins l'étude concernée est précise. Dans notre cas, nous remarquons que **certaines études manquent de précision**, principalement celle de Mohammadi F, suivi de celle de Stojanović E. and al.

#### Analyse quantitative par article :

\* **Risques Ratios** : ces derniers varient entre **0,70** pour **Emery CA, et al. 2007**, avec une proprioception qui a influencé de façon non significative l'incidence des entorses de cheville ; jusqu'à **0,13** pour **Mohammadi F**, qui présente les résultats les plus en faveur d'un entraînement proprioceptif pour limiter les entorses de cheville. Cependant ce dernier présente un intervalle de confiance très large, démontrant une **imprécision des résultats**.

\* **Intervalle de confiance à 95%** : pour appuyer l'analyse observationnelle, nous remarquons que seule l'étude de **McGuine TA. and al**, présente un intervalle de confiance à 95% allant de 0,38 à 0,96 incluant la valeur « 1 », signifiant des résultats **non significatifs**.

\* **Taille de l'effet** : elles sont représentées quantitativement grâce à un pourcentage relié à chacune des études. Les articles de Mohammadi F, Stojanović E. and al, et de Eils E. and al, présentent un pourcentage de la taille d'effet **inférieur à 10%**, correspondant à une petite partie de la méta-analyse. Comparativement à l'étude de Emery CA, et al. 2007, ayant le plus gros poids dans ce Forest-Plot, à hauteur de **36,4%**.

#### Analyse qualitative et quantitative globale :

Au total, dans le groupe ayant participé à la proprioception, le nombre de joueurs était de 1797, parmi eux, 139 ont subi une entorse de cheville. Le groupe témoins, quant à lui, a enregistré 223 entorses de cheville sur un total de 1688 joueurs.

\* **La statistique Z** : rapporte l'ensemble de la différence de moyennes standardisées des tailles d'effet de tous les articles. Elle va permettre de déterminer la valeur de probabilité. L'effet récapitulatif de ce Forest Plot est alors **statistiquement significatif**, puisque nous retrouvons un « p » **inférieur à 0,00001**. Cette conclusion est appuyée par l'analyse observationnelle, étant donné que le losange, représentant le regroupement des résultats des études, ne chevauche pas la ligne verticale de non-effet.

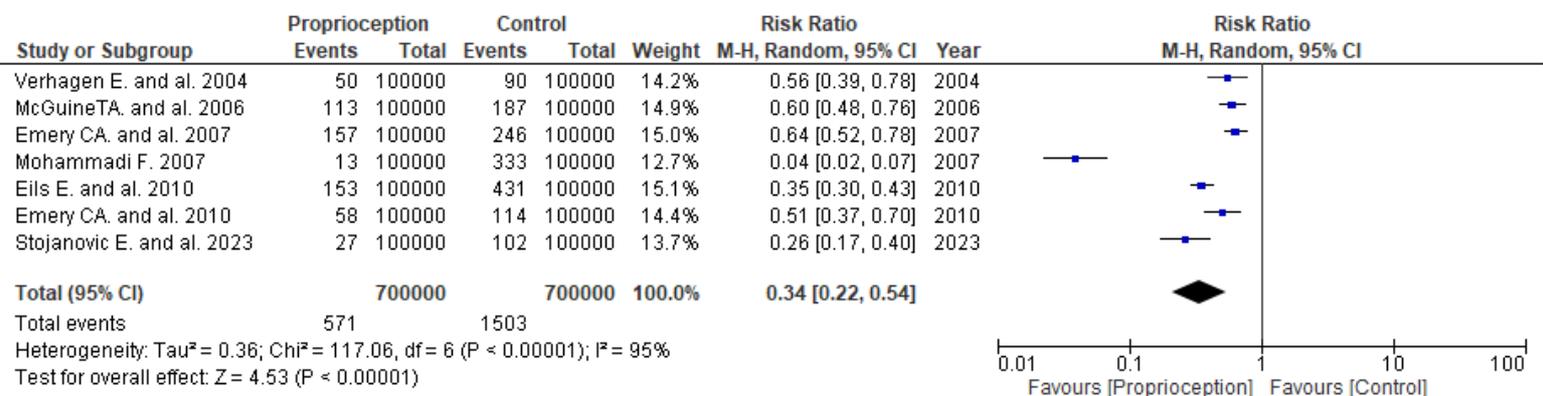
\* **Le risque ratio et son intervalle de confiance à 95%** : l'analyse globale de l'ensemble des études a donné un risque relatif égal à **0,58**. L'intervalle de confiance à 95%, relié à ce risque oscille de **0,46 à 0,73**, comme nous le remarquons aux deux extrémités du losange. Ce dernier semble assez restreint et permet de qualifier ce résultat de **précis**.

\* **L'Hétérogénéité** : est la mesure dans laquelle la taille des effets varie au sein d'une méta-analyse.  
- Visuellement, une ligne verticale invisible, peut croiser tous les intervalles de confiance à 95%, en faveur du groupe proprioception, montrant une **hétérogénéité faible**. Cependant, les études incluses présentent tout de même des différences, qui se remarquent par un écart plus important entre les deux tailles d'effets les plus éloignés, qui sont celles de Emery CA, et al. 2007, et de Mohammadi F.

- Quantitativement, cette dernière est marquée par la **valeur I<sup>2</sup>**, ici égale à **13%**, qui quantifie la variation des estimations ponctuelles due aux différences entre les études. En dessous de 25%, nous pouvons considérer que l'hétérogénéité de l'ensemble des articles est **faible**. [100]

=> Pour conclure sur ce premier Forest Plot, ayant un **risque ratio inférieur à 1** : les résultats inter-groupes issus des articles, ont permis de confirmer l'hypothèse qu'un entraînement proprioceptif permet de réduire la survenue d'entorses de cheville chez les basketteurs, les footballeurs ainsi que les volleyeurs. Cette réduction a été observée de manière **significative** ( $p < 0,00001$ ), avec une **hétérogénéité faible** entre les études ( $I^2 = 13\%$ ), mais avec une **maigre pertinence clinique**.

#### 4.1.2.2 Incidence des entorses de cheville pour 1000 expositions sportives par joueur



**Tableau XXII** : Forest Plot: Incidence d'entorses pour 1000 expositions sportives par joueur

\* **Ligne de non-effet** : aucune étude ne croise la ligne du seuil de significativité, chacune a donc une **valeur de probabilité supérieure à 0,05**. Par ailleurs, même si ces dernières ne chevauchent pas la ligne de non-effet, elles y sont proches, montrant une **pertinence clinique amoindrie**. Cela n'est pas le cas pour l'article de Mohammadi F. qui se démarque et tend vers une pertinence plus importante, de même pour Stojanović E. and al. et Eils E. and al, mais à moindre effet.

\* **Taille de l'effet** : sur ce Forest Plot, les tailles d'effets semblent réparties de manière équivalente, impliquant un poids des études incluses au sein de cette méta-analyse, **presque également distribué**.

\* **Intervalles de confiance à 95%** : nous remarquons sur cette figure, que les intervalles de confiance des articles, semblent plus restreints, comparativement au premier Forest Plot. Mohammadi F. et Stojanović E. and al. gardent quand même une **précision affaiblie** en comparaison aux autres études.

#### Analyse quantitative par article :

\* **Risques Ratios** : ces derniers varient entre **0,64** pour Emery CA, et al. 2007, avec une proprioception qui a légèrement atténué l'incidence des entorses de cheville ; jusqu'à **0,04** pour Mohammadi F, qui présente les résultats les plus en faveur d'un entraînement proprioceptif pour limiter les entorses de cheville.

\* **Intervalles de confiance à 95%** : pour appuyer l'analyse observationnelle, aucun des intervalles de confiance à 95%, n'incluent la valeur « 1 », montrant une fois de plus la **significativité des résultats**.

\* **Taille de l'effet** : elles sont évaluées en pourcentage allant de **12,7%** pour Mohammadi F. à **15,1%** pour Eils E. and al. En effet, les résultats récoltés étaient présentés par rapport à 1000 expositions sportives par joueur et ce chiffre ne variait pas entre les études.

#### Analyse qualitative et quantitative globale :

Pour un total ajusté, nous allons ramener à 1000 expositions par joueurs le nombre d'entorses, en divisant par 7 puis par 100 les résultats obtenus du Forest Plot. C'est pourquoi, pour 1000 expositions sportives, chaque joueur du groupe **entraînement** était soumis à un risque de **0,82 entorse**, contrairement aux sujets **témoins**, qui concourrait à un risque plus fort, égal à **2,15 entorses**.

\* **La statistique Z** : L'effet récapitulatif de ce Forest Plot égal à **4,53**, est alors statistiquement significatif, puisque nous retrouvons un « **p** » **inférieur à 0,00001**. Cette conclusion est également appuyée par l'analyse observationnelle, étant donné que le losange, représentant le regroupement des résultats de toutes les études, ne chevauche pas la ligne verticale de non-effet.

\* **Le risque ratio et son intervalle de confiance à 95%** : Dans ce second Forest Plot, l'analyse globale de l'ensemble des études a donné un risque relatif égal à **0,34**. L'intervalle de confiance à 95%, relié à ce risque oscille de **0,22 à 0,54**, comme nous le remarquons aux deux extrémités du losange. Ce dernier est plus large que celui du premier Forest Plot, mais reste restreint, qualifiant ce résultat de **précis**.

#### \* **L'Hétérogénéité** :

- Visuellement, une ligne verticale invisible, ne peut pas chevaucher l'intégralité des intervalles de confiance, montrant une **hétérogénéité élevée**, principalement aperçue grâce à l'écart entre les deux tailles d'effets les plus éloignés : celles de Emery CA, et al. 2007, et de Mohammadi F.  
- Quantitativement, la **valeur I<sup>2</sup>** est dans ce graphique, largement plus élevée que sur le précédent. En effet, elle est **supérieure à 50%**, désignant une **hétérogénéité statistique très importante**. [100] Cette dernière peut être liée à un biais de publication, une méthodologie déficiente, ou une mesure des résultats incorrecte.

=> Pour conclure sur ce second Forest Plot, ayant un **risque ratio inférieur à 1**, les résultats inter-groupes issus des articles, ont permis de confirmer l'hypothèse qu'un entraînement proprioceptif permet de réduire la survenue d'entorses de cheville chez les basketteurs, les footballeurs ainsi que les volleyeurs. Cette réduction a été observée de manière **significative (p < 0,00001)** et s'est même avérée être d'une **meilleure pertinence clinique** donc davantage en faveur du groupe expérimental comparativement au premier graphique. Cependant, **l'hétérogénéité** de cette méta-analyse était **très élevée (I<sup>2</sup> = 95%)**, mettant en jeu des résultats pouvant être déformés.

### 4.1.3 Analyse globale des critères de jugement secondaire

#### 4.1.3.1 *Les Récidives :*

- **Quatre études** sur les sept incluses dans cette revue de littérature, ont parlé du risque d'une nouvelle incidence chez les sujets avec des antécédents d'entorse de cheville, dans le groupe contrôle et dans le groupe intervention. D'après Verhagen E. and al, McGuine TA. and al, Mohammadi F. et Stojanović E. and al, l'entraînement proprioceptif permettrait une **réduction significative des récurrences** d'entorses de cheville chez les basketteurs, les footballeurs et les volleyeurs masculins et féminins, comparativement à un entraînement standard, sans proprioception.

- Sans faire de comparaison entre les groupes, McGuine TA. and al, Emery CA, et al. 2007 et 2010 et Eils E. and al., ont rapporté que l'entorse primaire de cheville est bien un facteur de risque des entorses futures potentielles, chez les joueurs de basketball, de football et de futsal. Néanmoins ces résultats sont à prendre avec précaution, car seulement un article sur les quatre a démontré sa significativité, concernant ce critère.

#### 4.1.3.2 La Gravité :

- En ce qui concerne la gravité des entorses de cheville enregistrées au sein des deux groupes, nous constatons une moyenne comprenant davantage de jours d'absences dans le groupe n'ayant pas eu d'intervention spécifique, impliquant une plus grande proportion d'entorses graves. Ces résultats sont ceux de Verhagen E. and al. et de McGuine TA. and al. enregistrés chez les volleyeurs, les footballeur et les basketteurs. Cependant ils n'étaient **pas statistiquement significatifs**. De plus, ceux de Stojanović E. and al, ne montrent pas de différence entre les deux groupes.

- Les études Emery CA, et al. 2007 et 2010, parlaient toutes deux, de la gravité des blessures générales, c'est pourquoi nous ne pouvons pas tirer de conclusion de ces articles, concernant ce critère de jugement.

## 4.2 Analyse des niveaux de preuves des résultats

Maintenant que nous avons déduit les premières conclusions, concernant la question thérapeutique posée, nous allons désormais analyser les **niveaux de preuve des résultats**. C'est une étape primordiale, dans le but d'avoir une démarche fondée sur les preuves, consistant à donner un **degré de confiance, de plausibilité, à accorder à cette affirmation**.

### 4.2.1 Gradation de recommandation de la HAS <sup>19</sup>

D'après la méthode de la HAS, les études peuvent recevoir trois échelons de **niveau de preuve** différents : Fort, Intermédiaire ou Faible, correspondant à la classification générale du niveau de preuve d'une étude. (ANNEXE 5) Cette l'évaluation est établie sur plusieurs critères, telle que **l'adéquation du protocole** face à la question d'étude, la présence conséquence de **biais, l'analyse statistique** ainsi que la **taille de l'échantillon**.

Pour ce qui est de l'ensemble des articles inclus dans la méta-analyse, répondant au critère de jugement principal, nous accordons un **niveau de preuve Intermédiaire**. En effet, la puissance de notre revue s'est avérée être modérée voire faible, assignée à la taille relativement petite de certains des échantillons. De plus, certains biais présents dans nos essais cliniques contrôlés randomisés, présentés précédemment, ne peuvent pas être négligés.

Pour donner suite à cela, la HAS a établi trois **grades de recommandation** différents, allant de A à C, incluant quatre niveaux de preuve scientifique donnés par la littérature. (ANNEXE 6) Dans notre revue, une méta-analyse d'essais comparatifs randomisés a été effectuée, malgré cela, comme évoqué précédemment, les articles inclus comportaient des biais et n'étaient pas assez puissants pour faire de la conclusion de notre étude une « preuve scientifique établie » de grade A. C'est pourquoi, cette dernière a été qualifiée de **grade B** « **Présomption Scientifique** » correspondant à un **Niveau 2**.

---

<sup>19</sup> <https://www.has-sante.fr>

L'échelle de la HAS, s'appuie principalement sur le schéma d'étude, considéré comme l'élément principal pour annoncer si la véracité de ces résultats est élevée ou non. Cependant, les risques de biais sont différents pour chacun des essais cliniques randomisés. C'est pourquoi nous allons introduire la gradation des niveaux de preuve en s'aidant du système GRADE. (ANNEXE 7)

#### 4.2.2 Système GRADE

Le système GRADE (Grading of Recommendation Assessment, Development and Evaluation) est une autre méthode d'évaluation des niveaux de preuve. Le schéma d'étude servira de point de départ, mais il sera **complété par d'autres évaluations qualitatives**, pouvant moduler la cotation du niveau de preuve final. En conséquence, l'aptitude des données scientifiques pour chacun des critères de jugement, sera déterminée après avoir considéré le type et la qualité des études, l'homogénéité et la précision des résultats, le caractère direct des données scientifiques, ainsi que les biais de publication.

\* **Nombre et schémas d'étude** : Pour le critère de jugement principal, nous avons inclus sept essais cliniques contrôlés randomisés. Les récurrences et la gravité des entorses, comptent respectivement quatre et trois de ces mêmes essais cliniques contrôlés randomisés.

\* **Risque de biais** : Les articles inclus, présentent des biais qui ont été précédemment détaillés dans l'échelle PEDro. L'ensemble des critères de jugement présentent, individuellement, une **qualité méthodologique modérée** car compris entre 5 et 6 sur 10. En effet, la moyenne de l'intégralité des scores PEDro du critère de jugement principal, donnait 5,6/10 ; celle du critère de récurrences était de 5,2/10 et finalement de 5,3/10 pour la gravité.

\* **Hétérogénéité** : implique que les études soient suffisamment similaires pour être combinées.

- Pour le critère de jugement principal, la valeur  $I^2$  montre que **l'hétérogénéité est faible** (< 25%) pour le nombre d'incidences totales des entorses, mais **très élevée** (> 50%) concernant l'incidence pour 1000 expositions sportives par joueurs.
- Les études tendent uniformément à dire que l'entraînement proprioceptif permettrait une réduction significative des récurrences d'entorses de cheville. Les risques relatifs allant de 0,13 à 0,73, signifient que **l'hétérogénéité** de ces résultats est **modérée**.
- Pour ce qui est de la gravité des entorses, les articles ont montré un avantage non significatif en faveur de la proprioception, hormis l'étude de Stojanović E. and al, n'ayant pas trouvé de réelle association. **L'hétérogénéité** est donc **importante**, allant d'un risque ratio de 0,50 à un chiffre aux alentours de 1 pour l'étude de Stojanović E. and al.

\* **Caractère indirect des données scientifiques** : implique l'existence de différences importantes au sein des critères d'inclusions sur la base des éléments PICO de cette revue, comparativement à ceux des études incluses. La population cible initialement choisie a été respectée et ne diffère pas des sujets inclus dans les articles de la méta-analyse, malgré une **population divergente en sexe, en âge, en sport et niveau de compétition** pratiquée entre les études.

Les entraînements proprioceptifs étaient également similaires aux critères d'inclusion de notre revue. Néanmoins, la proprioception est un domaine large, les études n'avaient donc jamais le même protocole neuro-musculaire. Il en va de même pour les groupes témoins, qui n'avaient **pas d'entraînements standardisés** entre les différents articles, puisque des participants, pour la plupart, gardaient leur entraînement habituel. C'est pourquoi, nous concluons d'une **incertitude** concernant le caractère direct des données, de l'ensemble des critères de jugement.

\* **Imprécision** : elle correspond à la largeur de la méta-analyse, c'est-à-dire l'intervalle de confiance à 95% global d'un critère de jugement.

- L'intervalle de confiance à 95% du nombre d'incidences totales des entorses, a donné une différence de **0,27**, tandis que celui de l'incidence pour 1000 expositions sportive par joueurs a différé de **0,32** entre ces extrémités. **L'imprécision** est alors considérée comme **faible**.

- L'imprécision des récurrences est cependant, qualifiée comme étant **très sérieuse** puisque la différence trouvée est de **1,037**.

- L'imprécision de la gravité, est dite **très sérieuse** également, puisque l'ensemble des intervalles de confiance vont de 0,38 à un chiffre aux alentours de 1 pour l'étude de Stojanović E. and al.

\* **Biais de publication** : il fait référence au fait qu'une étude a plus de chances d'être publiée lorsque ses résultats sont positifs. Ce biais est souvent analysé à l'aide un « Funnel Plot », non réalisable pour cette revue de littérature, contenant trop peu d'articles. L'observation subjective des stratégies de recherche des auteurs nous amènent à penser que le **biais de publication** est **probablement présent** au sein de **l'ensemble des critères de jugement**.

En fonction des résultats de ces différentes parties, le système GRADE va permettre une hiérarchisation ordinaire du niveau de preuve considéré comme : très faible, faible, modéré ou élevé. D'après nos critères de jugement nous avons établi le tableau ci-dessous :

Critères de jugement	Nombre et schémas d'étude	Risque de biais	Hétérogénéité	Caractère direct	Imprécision	Biais de publication	Niveau de preuve
Nombre d'incidence	7 ECR (4)	Sérieux (-1)	Faible (0)	Incertitude (-1)	Faible (0)	Probable (-1)	<b>Faible</b>
Incidence pour 1000 expositions	7 ECR (4)	Sérieux (-1)	Très importante (-2)	Incertitude (-1)	Faible (0)	Probable (-1)	<b>Très Faible</b>
Récurrences	4 ECR (4)	Sérieux (-1)	Importante (-1)	Incertitude (-1)	Très sérieuse (-2)	Probable (-1)	<b>Très Faible</b>
Gravité	3 ECR (4)	Sérieux (-1)	Importante (-1)	Incertitude (-1)	Très sérieuse (-2)	Probable (-1)	<b>Très Faible</b>

**Tableau XXIII : Système GRADE**

Le critère de jugement principal, regroupant les données concernant l'incidence totale des entorses sur la durée de suivi de chaque étude, a donné un niveau de preuve **Faible** « Notre confiance dans l'estimation de l'effet est limitée : l'effet réel peut être sensiblement différent de l'estimation de l'effet »<sup>20</sup>. Quant aux autres critères de jugement incluant l'incidence des entorses de cheville pour 1000 expositions par joueur ainsi que les récurrences et la gravité, le niveau de preuve a été jugé comme étant **Très Faible** « Nous avons très peu confiance en l'estimation de l'effet : l'effet réel est susceptible d'être sensiblement différent de l'estimation de l'effet »<sup>21</sup>.

Ce niveau de preuve n'est pas une fin en soi pour recommander l'utilisation de l'intervention proposée. Désormais il va falloir le mettre en perspective avec l'applicabilité dans la pratique clinique comme par exemple, les coûts humains, financiers au regard du thérapeute mais aussi des patients. En effet, un traitement sera recommandé sur la base de ces contraintes, de son niveau de preuves et de sa taille d'effet.

<sup>20</sup> [has-sante.fr](http://has-sante.fr)

<sup>21</sup> [has-sante.fr](http://has-sante.fr)

## 4.3 Applicabilité des résultats en pratique clinique

Cette partie va être primordiale pour détailler dans la pratique clinique, les avantages et les contraintes que peut introduire la proprioception au sein d'une prise en charge d'un athlète, dans le but de limiter les entorses de cheville.

### 4.3.1 La Population

Tout d'abord nous allons nous intéresser à la population concernée dans cette revue de littérature. Les sujets des études incluses étaient des hommes ou des femmes, ayant entre 12 et 43 ans. Ces participants étaient des athlètes de compétition de tous niveaux, pratiquant un sport collectif de pivot et de réception, compris dans le basketball, le handball, le volleyball, le football ainsi que le futsal.

- Afin que notre revue puisse être significative à l'échelle d'une population générale, la **taille de l'échantillon** devait être élevée. Les échantillons des études variaient de 40 pour Mohammadi F, à 920 pour Emery CA, et al. 2007, nous avons pu récolter au total **3485 athlètes**, représentant une faible proportion de la population sportive globale.

- Ces 3485 athlètes, avaient des **caractéristiques divergentes**, notamment leurs tranches d'âge, allant de 12 à 18 ans dans le protocole de Emery CA, et al. 2007, et de 14 à 43 ans pour celui de Eils E. and al. Néanmoins, l'intégralité des études avait une population mixte, sauf Mohammadi F, qui n'incluait que les hommes.

- Les sujets des différentes études, ne pratiquaient pas le même **sport**. Les volleyeurs étaient retrouvés dans le protocole de Verhagen E. and al, alors que les joueurs de basketball étaient dans ceux de McGuine TA. and al, Emery CA, et al. 2007, Eils E. and al. et Stojanović E. and al. Les footballeurs étaient présents dans trois études : McGuine TA. and al, Mohammadi F. et de Emery CA, et al. 2010 pour les joueurs de football en salle.

L'hétérogénéité induite par l'inclusion de plusieurs sports, a été un choix lors de l'élaboration de cette revue. En effet, le but était de réunir les athlètes présentant le plus de risques de subir des lésions ligamentaires de cheville. Néanmoins, même si les sports inclus présentaient des caractéristiques propres, ils étaient tous collectifs, incluant des pivots et des réceptions de sauts. Cela implique qu'ils ont été regroupés car il a été estimé que le mécanisme d'entorse était sensiblement le même.

- De plus, au sein de ces différents sports, différents de **niveau de compétition** étaient inclus, allant de la première division pour Mohammadi F. et Emery CA, et al. 2010 jusqu'à un niveau universitaire pour McGuine TA. and al. et Emery CA, et al. 2007.

- Les protocoles se sont déroulés dans divers **pays**, augmentant l'hétérogénéité de la population étudiée. En effet, les deux études de Emery CA, et al. 2007 et 2010 se sont passées au Canada, Verhagen E. and al. était aux Pays-Bas, McGuine TA. and al. aux États-Unis, Mohammadi F. en Iran. Pour ce qui est de Eils E. and al. et de Stojanović E. and al., leurs protocoles se sont déroulés respectivement en Allemagne et en Suisse.

Bien que l'étude ait montré, avec un niveau de preuve faible voire très faible, que la proprioception peut agir en diminuant l'incidence des entorses de cheville chez ces sportifs, elle n'a pas fait ses preuves concernant les tranches d'âges, les sports ainsi que les niveaux de compétitions non mentionnés dans les articles inclus.

Nous nous accordons pour dire que **l'échantillon total** des études choisies est assez **faible** et **hétérogène**, englobant un large spectre de sport, de niveau de compétition, d'âge et de région. Cela induit des **limites dans l'interprétation des résultats et dans leur applicabilité en pratique clinique**, puisque des comparaisons directes ne peuvent pas être établies.

L'hétérogénéité de l'échantillon de cette revue, permet néanmoins de supposer l'applicabilité de cette stratégie dans la pratique clinique, pouvant s'élargir à plusieurs autres populations moins enclins à subir une entorse de cheville, sauf contre-indication, lors de la prévention ou même de la rééducation d'une entorse de cheville.

### 4.3.2 Les Interventions

Nous allons maintenant aborder le sujet de la proprioception. Comme dit précédemment, c'est un domaine assez large, qui peut être envisagé de différentes manières selon les praticiens.

Au sein des articles inclus, **la proprioception de cheville n'a pas été abordée de la même façon**, certains étaient plus fonctionnels, d'autres utilisaient des disques de cheville, des exercices de stabilisation avec une plateforme, sur un pied, avec des déstabilisations différentes...

Il a été remarqué au sein de l'ensemble des articles, que le temps minimum de pratique proprioceptive était de 18 semaines pour Emery CA. and al. 2007., et que la fréquence minimale était de une fois par semaine d'après Eils E. and al. Les études différaient sur les **durées des protocoles**, les **fréquences** ainsi que sur le **nombre de répétitions des exercices** du traitement proprioceptif, demandant encore plus de rigueur dans l'interprétation des résultats.

De plus, souvent plusieurs exercices ont été proposés, impliquant que nous ne pouvons pas déterminer lesquels, seraient les plus pertinents pour limiter le risque d'entorse. Les déséquilibres plus ou moins conséquents selon les athlètes et leur niveau de progression, étaient le seul point commun des programmes d'intervention. Il aurait été intéressant pour limiter les biais, que le programme proprioceptif, soit intégralement similaire pour l'ensemble des études incluses.

Enfin, malgré une dissimilitude importante des protocoles proprioceptifs proposés, tous sont **reproductibles et applicables** dans la pratique clinique.

### 4.3.3 Les Comparateurs

Les groupes contrôles étaient également variables d'une étude à l'autre :

- Parfois les groupes témoins n'avaient **aucune intervention** tel que dans l'étude de Mohammadi F.
- D'autres groupes, comme ceux de Verhagen E., Eils E. et de Stojanović E. gardaient leurs **entraînements sportifs habituels** d'étirements et d'éléments aérobiques.
- Puis dans le meilleur des cas, un entraînement standardisé sans proprioception était proposé, comme dans les protocoles de McGuine TA. et de Emery CA 2007 et 2010.

Les groupes contrôles ont cependant effectué leurs entraînements, lorsqu'ils en avaient un, à la même fréquence que le groupe intervention. Cependant, les temps relatifs aux entraînements divergeaient puisque le programme neuro-musculaire, n'avait pas été ajouté. Cette dernière notion, rend complexe la quantification des résultats, puisque les différences inter-groupes pourraient s'expliquer par le fait qu'un comparateur ait eu des temps d'échauffements plus ou moins importants.

#### 4.3.4 Les Critères de jugement

Les critères de jugements des études étaient divers et nombreux, incluant parfois l'entièreté du corps voire d'autres pathologies que l'entorse de cheville. Les critères de jugement qui réunissaient l'intégralité des études étaient l'incidence des entorses de cheville sur toute la durée de suivi, ainsi que les incidences d'entorses de cheville ramenées à 1000 expositions sportives par joueur. L'analyse des récurrences et de la gravité des entorses n'étaient présents que pour une petite partie d'entre-elles.

Les **méthodes** ainsi que les **moments d'évaluation** n'étaient **pas très explicites**, d'autant plus qu'un système d'auto-déclaration par les joueurs eux-mêmes, figurait dans la plupart des études. Même si les diagnostics d'entorses étaient réalisés par des experts, ces derniers n'étaient pas en aveugle et ont réalisé différents tests qui n'étaient pas systématiquement similaires entre les protocoles, entravant l'analyse des résultats.

De plus, les critères secondaires de qualification des entorses, dépendaient de la mémoire des intervenants ainsi que des diagnostics passés, concernant leurs récurrences antérieures. Mais également de la subjectivité des sujets concernant la gravité des entorses, analysée en termes de jours d'absences et non posée par un diagnostic médical.

#### 4.3.5 La balance bénéfices-risques

##### 4.3.5.1 *Les coûts généraux et les dépenses de Santé Publique*

Nous allons comparer maintenant les coûts directs et indirects impliqués dans une entorse de cheville comparativement aux coûts de la mise en place d'un programme de proprioception en amont, afin de déterminer vers quel domaine penche la balance économique.

- Les coûts directs de l'entorse de cheville incluent les consultations médicales, les examens d'imagerie médicale (radiographies, IRM...), les médicaments, les dispositifs de contention, la kinésithérapie... Les coûts indirects comprennent l'aspect psychologique de l'individu et de ses proches, associé aux pertes de rendement dues à l'absentéisme au travail...

Les **coûts directs et indirects** de Santé Publique d'une **entorse de cheville** semblent être **conséquents**, puisque fait appel à beaucoup de matériels onéreux, ainsi qu'à un ensemble de professionnels de santé et paramédicaux, sans compter les absences ainsi que les atteintes psychologiques entraînées par la blessure. [2]

- La proprioception peut nécessiter un équipement spécialisé et de ce fait induire des coûts directs, pour les patients et les kinésithérapeutes. Elle peut éventuellement comprendre les frais de kinésithérapies ou d'entraînement, pour les programmes d'échauffements sportifs. Indirectement, le temps investi par le patient et les sportifs dans les exercices, sont à prendre en considération.

Globalement, la **proprioception** est considérée comme une **intervention peu coûteuse**, puisque cette dernière peut être travaillée sans support externe, selon les praticiens et leurs préférences, et que cela reviendrait à ne dépenser aucun frais direct. En diminuant l'incidence des entorses de cheville et ses complications potentielles, la proprioception montre un **réel avantage dans la balance bénéfices-risques**, en réduisant indirectement les coûts pouvant être causés par des entorses futures.

Du fait que cette intervention soit très peu onéreuse à mettre en place, la diminution potentielle des entorses de cheville et une **réduction des coûts de Santé Publique** s'avèrent donc être très importantes. L'étude de McGuire TA. 2006, montre une réduction de « 26 millions de dollars en coûts

directs de soins de santé aux États-Unis » étant donné la diminution de 38 % des entorses de la cheville dans leur groupe intervention. Ils annoncent également une économie de « 380 millions de dollars en coûts indirects par années, si le programme était utilisé à l'échelle nationale pour ces deux sports uniquement ». [94]

#### 4.3.5.2 *Les effets secondaires*

Les effets secondaires négatifs de la proprioception sont **extrêmement faibles** et sont généralement liés à une mauvaise compréhension et utilisation de cette dernière, par les praticiens et les patients. En effet les surfaces instables parfois utilisées en fin de traitement proprioceptif, peuvent être dangereuses, si elles sont incorporées de manière trop précoce, sans progressivité dans les exercices ou si les consignes données et la réalisation sont de mauvaise qualité.

#### 4.3.5.3 *Les avantages et contraintes pour les patients et les thérapeutes*

Les interventions de proprioception contiennent **très peu de contraintes** et sont même appréciées des patients et des sportifs. Ils peuvent apercevoir leurs évolutions concernant les différents exercices proposés et se sentir motivés.

Les kinésithérapeutes quand-à-eux, peuvent mettre en place facilement cette intervention, car elle ne nécessite pas d'exams médicaux pré-traitement, ni de formation supplémentaire. De plus, les praticiens peuvent s'adapter à tous types de patients, tous les niveaux sportifs ainsi qu'à la plupart des entraînements d'équipes avec des exercices proprioceptifs fonctionnels. Néanmoins, dans la prévention des blessures, ils devront rester **progressifs** et donner les bonnes consignes et explications pour un rendu notable et sans danger.

La mise en place de ces exercices, est **très simple et malléable**, autant pour les kinésithérapeutes que pour les patients et sportifs qui peuvent également travailler leur proprioception à domicile, sur leur terrain de sport... D'autant plus que les patients peuvent se munir du matériel nécessaire, quand un équipement est demandé, puisque celui-ci est retrouvé à des **prix abordables**, comme les planches d'équilibre par exemple.

Ce traitement nécessite tout de même une **rigueur** ainsi qu'une bonne **adhérence** de la part des sujets, puisque les effets bénéfiques de la proprioception apparaissent après quelques semaines. Le **temps consacré** aux exercices ainsi que la durée totale de la pratique proprioceptive, peuvent être une contrainte, puisque qu'ils demandent une certaine **patience et implication**.

## 4.4 Limites et biais potentiels de la revue

### 4.4.1 Synthèse et analyse critique des biais

Cette revue de littérature a relevé plusieurs biais, tout au long de sa rédaction. Nous avons d'abord rencontré des biais d'assignation, de performance, de détection, de suivi et de migration mis en évidence par l'échelle PEDro. Ensuite, nous avons remarqué que la **taille de l'échantillon était trop faible** pour pouvoir représenter la population sportive générale. **L'hétérogénéité de la population** incluse était également très forte, avec des pays, tranches d'âges, des sports, des niveaux de compétitions qui différaient entre les articles.

De plus, les **protocoles** d'intervention et témoin étudiés, étaient **réalisés différemment**, de même que leurs durées et leurs fréquences d'applications. Le suivi des joueurs, n'a été réalisé que sur une période restreinte, impliquant que nous ne pouvons pas conclure d'un effet à long terme.

Pour ce qui est du diagnostic des entorses de cheville, les méthodes utilisées divergeaient et les auto-questionnaires pouvait biaiser les résultats, même si la présence d'experts était notifiée.

Les **faibles niveaux d'interprétation clinique et de preuves** accordés aux critères de jugements et à l'ensemble de cette revue, ne permettent pas de témoigner d'un effet avéré. Néanmoins, lors de la collecte des données, la plupart des résultats concernant l'incidence des entorses primaires et récidivantes, étaient statistiquement significatifs avec des **valeurs de probabilités inférieures à 0,05**. Tout comme, les Forest Plots, qui avaient un diamant statistiquement en faveur de l'utilisation de la proprioception.

Des effets positifs ont donc été constaté, sur l'intérêt de la proprioception en faveur d'une diminution de l'incidence des entorses de cheville chez les sportifs à risque. Mais l'interprétation et la comparaison des résultats obtenus, est rendue très difficile par l'ensemble des éléments que nous venons d'évoquer.

Il est important de reconnaître, dans un but de transparence, que la **subjectivité** apportée est **inévitable**, et a pu influencer la perception ainsi que l'interprétation des éléments de cette revue.

#### 4.4.2 Synthèse et analyse des résultats AMSTAR

Pour finir, et appuyer le paragraphe précédent, nous allons évaluer la qualité méthodologique de notre revue de littérature à l'aide de la grille AMSTAR-2. (ANNEXE 8)

Critères AMSTAR-2	OUI	NON
1. Est-ce que les questions de recherche et les critères d'inclusion de la revue ont inclus les critères PICO ? => Les critères PICO ont été inclus dans les critères d'éligibilité des études.	X	
2. Est-ce que le rapport de la revue contenait une déclaration explicite indiquant que la méthode de la revue a été établie avant de conduire la revue ? Est-ce que le rapport justifiait toute déviation significative par rapport au protocole ? => Cette revue ne contenait pas de rapport disant que la méthode a été établie avant de la conduire.		X
3. Les auteurs ont-ils expliqué leur choix de schémas d'étude à inclure dans la revue ? => Pour répondre à la question thérapeutique, le choix des essais cliniques randomisés a été expliquée.	X	
4. Les auteurs ont-ils utilisé une stratégie de recherche documentaire exhaustive ? => Quelques auteurs ont été contactés et plusieurs bases de données ont été investigués.	X	
5. Les auteurs ont-ils effectué en double la sélection des études ? => Seul un examinateur a effectué la sélection des études.		X
6. Les auteurs ont-ils effectuée en double l'extraction des données ? => Seul un examinateur a effectué l'extraction des données.		X
7. Les auteurs ont-ils fourni une liste des études exclues et justifié les exclusions ? => La liste ainsi que la justification des études exclues ont été résumées dans le Tableau 10.	X	
8. Les auteurs ont-ils décrit les études incluses de manière suffisamment détaillées ? => Chaque étude a bénéficié d'un tableau récapitulatif détaillé.	X	
9. Les auteurs ont-ils utilisé une technique satisfaisante pour évaluer le risque de biais des études individuelles incluses dans la revue ? => L'échelle PEDro a été réalisée pour chacun des essais cliniques randomisés, résumée dans le Tableau 19.	X	
10. Les auteurs ont-ils indiqué les sources de financement des études incluses dans la revue ? => Les sources de financement des études n'ont pas été relevées		X

11. Si une méta-analyse a été effectuée, les auteurs ont-ils utilisé des méthodes appropriées pour la combinaison statistique des résultats ? => Les résultats de tous les groupes expérimentaux ont été résumés au sein d'un même Forest Plot.	<b>X</b>	
12. Si une méta-analyse a été effectuée, les auteurs ont-ils évalué l'impact potentiel des risques de biais des études individuelles sur les résultats de la méta-analyse ou d'une autre synthèse des preuves ? => Le système GRADE a été utilisé pour évaluer l'impact des risques de biais des études sur les résultats de la méta-analyse concernant les critères de jugements.	<b>X</b>	
13. Les auteurs ont-ils pris en compte le risque de biais des études individuelles lors de l'interprétation / de la discussion des résultats de la revue ? => Les risques de biais des études individuelles, ont été pris en compte lors de l'interprétation des résultats dans les parties correspondantes intitulées " Limites de l'étude".	<b>X</b>	
14. Les auteurs ont-ils fourni une explication satisfaisante pour toute hétérogénéité observée dans les résultats de la revue, et une discussion sur celle-ci ? => L'hétérogénéité des résultats a été expliquée dans la partie "Discussion".	<b>X</b>	
15. S'ils ont réalisé une synthèse quantitative, les auteurs ont-ils mené une évaluation adéquate des biais de publication (biais de petite étude) et ont discuté de son impact probable sur les résultats de la revue ? => Le nombre restreint d'étude incluse, ne permettait pas la réalisation d'un Funnel Plot.		<b>X</b>
16. Les auteurs ont-ils rapporté toute source potentielle de conflit d'intérêts, y compris tout financement reçu pour réaliser la revue ? => Il a été indiqué que cette revue ne présentait aucune source de financement, ni de conflit d'intérêt.	<b>X</b>	

***Tableau XXIV : Grille AMSTAR-2***

Sur les 16 items de la grille AMSTAR-2 ci-dessus, cette revue de littérature en a validé 11. S'agissant d'un mémoire de fin d'étude, un seul auteur devait effectuer la sélection ainsi que l'extraction des données, impliquant que les critères 5 et 6 ne pouvaient pas être respectés.

## 5 Conclusion

L'incidence des entorses aiguës, initiales et récurrentes, prennent une place importante dans la population générale, et d'autant plus, dans la population sportive. [2] En plus que ces lésions soient un réel problème de santé publique, les coûts indirects liés au versant bio-psycho-social de cette atteinte, n'est pas négligeable.

La visée de cette revue de littérature était de déterminer si l'amélioration de la proprioception, permettrait significativement une diminution des premières entorses de cheville et des entorses récidivantes, dans les populations sportives à risque.

### 5.1 Implication pour la pratique clinique

D'après cette revue, les protocoles d'entraînements proprioceptifs **ont réduit de manière significative les entorses de cheville ainsi que leurs récides**, chez les athlètes à risque. Toutefois, la proprioception n'a pas révélé une diminution statistiquement significative de la gravité des entorses au sein des groupes expérimentaux.

Ces résultats en faveur de la proprioception, doivent être **étudiés avec prudence**. En effet, plusieurs **biais** inhérents aux études incluses ont été relevés. De plus, cette revue de littérature connaît des limites, telle qu'une **hétérogénéité** marquée, de la population incluse, des protocoles d'intervention et témoin, mais aussi des méthodes de diagnostic.

La taille de l'échantillon trop minime pour représenter la population sportive générale, ainsi que les faibles niveaux d'interprétation clinique et de de preuves, font qu'il est **compliqué de témoigner d'un effet concret**.

Malgré des résultats à considérer prudemment, la proprioception a des **avantages certains et des effets indésirables négligeables**, qui tendant à faire pencher la balance bénéfices-risques en sa faveur. En effet, la facilité de sa mise en place, son large champs d'applicabilité, le peu de dépenses qu'elle occasionne et les économies réalisées face à une potentielle entorse de cheville, induit que la proprioception est bénéfique et mérite sa place au sein d'un arsenal thérapeutique et de prévention.

En kinésithérapie, les exercices proprioceptifs constitueraient un outil intéressant, autant dans la **prévention** des entorses de cheville, que dans leur **rééducation**. Cependant, d'après nos résultats, ils ne doivent pas remplacer des techniques avérées, ou constituer une rééducation à part entière.

### 5.2 Implication pour la recherche

Étant données les preuves indiquant que les antécédents d'entorse de cheville font partie des facteurs de risque les plus significatifs pour en subir de nouvelles, il est justifié d'entreprendre des recherches futures visant à étudier les stratégies de prévention.

Ce sujet **nécessite donc, encore de nombreuses études**, notamment sur une population plus homogène, avec une taille d'effets plus représentative de la population sportive globale. En recrutant des sujets d'un même pays, avec une même tranche d'âges plus restreinte, pratiquant le même sport, au même niveau.

Il serait notamment intéressant de trouver un **protocole de proprioception commun** à tous les articles étudiés et de standardiser l'entraînement du groupe contrôlé. Le tout en uniformisant les méthodes de diagnostic des blessures, avec des tests spécifiques et pertinents. Ces données d'évaluation devraient être récupérées plus fréquemment et de façon **plus rigoureuse et détaillée**.

Des **examens supplémentaires**, relatifs à l'amélioration de la proprioception et du contrôle postural dynamique comme le SEBT, devraient être mis en place au sein de ces études. Afin de montrer de manière plus poussée, l'amélioration proprioceptive des sujets inclus. D'autres interrogations concernant les critères bio-psycho-sociaux comme les critères subjectifs de retour au sport après une blessure, seraient captivants afin de s'efforcer à mieux comprendre ce domaine, souvent mis de côté.

À ce stade, il serait intéressant de savoir **comment les exercices doivent être conçus pour être les plus efficaces**. Est-ce qu'un exercice à base de neurophysiologique, par rapport à un entraînement sur disque de cheville, est plus pertinent ? Est-il possible de retenir certaines caractéristiques qui rendent un exercice plus adapté à la proprioception ?

Par la suite, les recherches devraient s'intéresser à une **population plus large**, englobant d'autres sports et niveaux de compétitions, d'autres tranches d'âges, dans des régions du monde différentes. Puis, il serait pertinent d'élargir ces recherches aux populations non sportives, représentant une partie non négligeable des entorses de cheville, associé à des coûts directs et indirects de Santé Publique.

Il est important de souligner que la proprioception ne concerne pas uniquement la cheville et que des études concernant **d'autres parties du corps**, seraient également pertinentes.

Finalement, le **kinésithérapeute** a un **rôle non négligeable** à jouer au sein de la prévention des blessures, nécessitant des recherches supplémentaires, pouvant l'aider dans ses choix de techniques à utiliser. Dans le but d'orienter le système de santé vers une **démarche établie sur des preuves scientifiques**, une meilleure prise en charge et un meilleur suivi.

Ce mémoire de fin d'étude a permis d'éclairer ma pratique professionnelle. Tout d'abord dans l'aspect de la recherche et de l'analyse critique d'articles mais également envers la proprioception.

Un programme proprioceptif me semble justifié, au sein d'un arsenal thérapeutique, afin de limiter la survenue d'entorses de cheville et de ses complications futures. Il me conviendra alors de l'appliquer dans un but de prévention des blessures primaires et récidivantes, de façon progressive et adaptée au patient. Cependant, concernant la réduction de la gravité des entorses, il serait plus pertinent de se pencher sur d'autres stratégies préventives.

## 6 Bibliographie

- [1] 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* 2012;46:515–23. <https://doi.org/10.1136/BJSPORTS-2011-090137>.
- [2] Herzog MM, Kerr ZY, Marshall SW, Wikstrom EA. Epidemiology of Ankle Sprains and Chronic Ankle Instability. *J Athl Train* 2019;54:603–10. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-447-17>.
- [3] Martín-Guzón I, Muñoz A, Lorenzo-Calvo J, Muriarte D, Marquina M, de la Rubia A. Injury prevalence of the lower limbs in handball players: A systematic review. *Int J Environ Res Public Health* 2022;19. <https://doi.org/10.3390/ijerph19010332>.
- [4] Newman JS, Newberg AH. Basketball Injuries. *Radiol Clin North Am* 2010;48:1095–111. <https://doi.org/10.1016/J.RCL.2010.07.007>.
- [5] Kobayashi T, Tanaka M, Shida M. Intrinsic Risk Factors of Lateral Ankle Sprain: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Health* 2016;8:190–3. <https://doi.org/10.1177/1941738115623775>.
- [6] Gimigliano F, Resmini G, Moretti A, Aulicino M, Gargiulo F, Gimigliano A, et al. Epidemiology of Musculoskeletal Injuries in Adult Athletes: A Scoping Review. *Medicina (Kaunas)* 2021;57. <https://doi.org/10.3390/MEDICINA57101118>.
- [7] Ferran NA, Oliva F, Maffulli N. Ankle instability. *Sports Med Arthrosc* 2009;17:139–45. <https://doi.org/10.1097/JSA.0B013E3181A3D790>.
- [8] Waterman BR, Belmont PJ, Cameron KL, Deberardino TM, Owens BD. Epidemiology of ankle sprain at the United States Military Academy. *Am J Sports Med* 2010;38:797–803. <https://doi.org/10.1177/0363546509350757>.
- [9] Mauntel TC, Wikstrom EA, Roos KG, Djoko A, Dompier TP, Kerr ZY. The Epidemiology of High Ankle Sprains in National Collegiate Athletic Association Sports. *Am J Sports Med* 2017;45:2156–63. <https://doi.org/10.1177/0363546517701428>.
- [10] Kilic O, Maas M, Verhagen E, Zwerver J, Gouttebauge V. Incidence, aetiology and prevention of musculoskeletal injuries in volleyball: A systematic review of the literature. *Eur J Sport Sci* 2017;17:765–93. <https://doi.org/10.1080/17461391.2017.1306114>.
- [11] Deshpande N, Simonsick E, Metter EJ, Ko S, Ferrucci L, Studenski S. Ankle proprioceptive acuity is associated with objective as well as self-report measures of balance, mobility, and physical function. *Age (Dordr)* 2016;38. <https://doi.org/10.1007/S11357-016-9918-X>.
- [12] Vila H, Barreiro A, Ayán C, Antúnez A, Ferragut C. The Most Common Handball Injuries: A Systematic Review. *Int J Environ Res Public Health* 2022;19. <https://doi.org/10.3390/IJERPH191710688>.
- [13] McIntosh AS. Rugby injuries. *Med Sport Sci* 2005;49:120–39. <https://doi.org/10.1159/000085394>.
- [14] Knupp M, Lang TH, Zwicky L, Lötscher P, Hintermann B. Chronic Ankle Instability (Medial and Lateral). *Clin Sports Med* 2015;34:679–88. <https://doi.org/10.1016/j.csm.2015.06.004>.

- [15] Dufour M. Anatomie de l'appareil locomoteur, Tome 1, Membre inférieur, Ostéologie. 3rd ed. 2015.
- [16] Dufour M. Anatomie de l'appareil locomoteur, Tome 1, Membre inférieur, Arthrologie. 3rd ed. 2015.
- [17] 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* 2010;18:557–69. <https://doi.org/10.1007/S00167-010-1100-X>.
- [18] Hoefnagels EM, Waites MD, Wing ID, Belkoff SM, Swierstra BA. Biomechanical comparison of the interosseous tibiofibular ligament and the anterior tibiofibular ligament. *Foot Ankle Int* 2007;28:602–4. <https://doi.org/10.3113/FAI.2007.0602>.
- [19] Dufour M. Anatomie de l'appareil locomoteur, Tome 1, Membre inférieur, Myologie. 3rd ed. 2015.
- [20] Hubbard TJ, Hertel J. Mechanical contributions to chronic lateral ankle instability. *Sports Med* 2006;36:263–77. <https://doi.org/10.2165/00007256-200636030-00006>.
- [21] Roemer FW, Jomaah N, Niu J, Almusa E, Roger B, D'Hooghe P, et al. Ligamentous injuries and the risk of associated tissue damage in acute ankle sprains in athletes: A cross-sectional MRI study. *Am J Sports Med* 2014;42:1549–57. <https://doi.org/10.1177/0363546514529643>.
- [22] Martin RRL, 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. *J Orthop Sports Phys Ther* 2021;51:CPG1–80. <https://doi.org/10.2519/JOSPT.2021.0302>.
- [23] Malliaropoulos N, Papacostas E, Papalada A, Maffulli N. Acute lateral ankle sprains in track and field athletes: an expanded classification. *Foot Ankle Clin* 2006;11:497–507. <https://doi.org/10.1016/J.FCL.2006.05.004>.
- [24] 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* 2014;44:123–40. <https://doi.org/10.1007/S40279-013-0102-5>.
- [25] De Noronha M, França LC, Haupenthal A, Nunes GS. Intrinsic predictive factors for ankle sprain in active university students: a prospective study. *Scand J Med Sci Sports* 2013;23:541–7. <https://doi.org/10.1111/J.1600-0838.2011.01434.X>.
- [26] Pourkazemi F, Hiller CE, Raymond J, Black D, Nightingale EJ, Refshauge KM. Predictors of recurrent sprains after an index lateral ankle sprain: a longitudinal study. *Physiotherapy* 2018;104:430–7. <https://doi.org/10.1016/J.PHYSIO.2017.10.004>.
- [27] 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* 2018;52:956. <https://doi.org/10.1136/BJSPORTS-2017-098106>.
- [28] Caffini G, Battista S, Raschi A, Testa M. Physiotherapists' knowledge of and adherence to evidence-based practice guidelines and recommendations for ankle sprains management: a cross-sectional study. *BMC Musculoskelet Disord* 2022;23. <https://doi.org/10.1186/S12891-022-05914-5>.

- [29] Barelds I, Krijnen WP, van de Leur JP, van der Schans CP, Goddard RJ. Diagnostic Accuracy of Clinical Decision Rules to Exclude Fractures in Acute Ankle Injuries: Systematic Review and Meta-analysis. *J Emerg Med* 2017;53:353–68. <https://doi.org/10.1016/J.JEMERMED.2017.04.035>.
- [30] Derksen RJ, Knijnenberg LM, Fransen G, Breederveld RS, Heymans MW, Schipper IB. Diagnostic performance of the Bernese versus Ottawa ankle rules: Results of a randomised controlled trial. *Injury* 2015;46:1645–9. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2015.03.038>.
- [31] Zia Ziabari SM, Monsef V, Asadi P, Ghodsi Khorsand SM, Homaie Rad E, Noyani A, et al. Evaluation the accuracy and cost effectiveness of using the Bernese and Ottawa rules in ankle Sprain. *Int J Burns Trauma* 2021;11:34–40.
- [32] Sman AD, Hiller CE, Rae K, Linklater J, Black DA, Nicholson LL, et al. Diagnostic accuracy of clinical tests for ankle syndesmosis injury. *Br J Sports Med* 2015;49:323–9. <https://doi.org/10.1136/BJSPORTS-2013-092787>.
- [33] Netterström-Wedin F, Matthews M, Bleakley C. Diagnostic Accuracy of Clinical Tests Assessing Ligamentous Injury of the Talocrural and Subtalar Joints: A Systematic Review With Meta-Analysis. *Sports Health* 2022;14:336–47. <https://doi.org/10.1177/19417381211029953>.
- [34] Funder V, Jørgensen JP, Andersen A, Andersen SB, Lindholmer E, Niedermann B, et al. Ruptures of the lateral ligaments of the ankle. Clinical diagnosis. *Acta Orthop Scand* 1982;53:997–1000. <https://doi.org/10.3109/17453678208992860>.
- [35] Hiller CE, Nightingale EJ, Lin CWC, Coughlan GF, Caulfield B, Delahunt E. Characteristics of people with recurrent ankle sprains: a systematic review with meta-analysis. *Br J Sports Med* 2011;45:660–72. <https://doi.org/10.1136/BJSM.2010.077404>.
- [36] Kemler E, Thijs KM, Badenbroek I, van de Port IGL, Hoes AW, Backx FJG. Long-term prognosis of acute lateral ankle ligamentous sprains: high incidence of recurrences and residual symptoms. *Fam Pract* 2016;33:596–600. <https://doi.org/10.1093/FAMPRA/CMW076>.
- [37] Park SJ, Jeong HJ, Shin HK, Park JH, Lee J, Cho Y, et al. Rotational and Varus Instability in Chronic Lateral Ankle Instability: In Vivo 3D Biomechanical Analysis. *Acta Med Okayama* 2018;72:583–9. <https://doi.org/10.18926/AMO/56376>.
- [38] Golditz T, Steib S, Pfeifer K, Uder M, Gelse K, Janka R, et al. Functional ankle instability as a risk factor for osteoarthritis: using T2-mapping to analyze early cartilage degeneration in the ankle joint of young athletes. *Osteoarthr Cartil* 2014;22:1377–85. <https://doi.org/10.1016/J.JOCA.2014.04.029>.
- [39] 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* 2016;50:1496–505. <https://doi.org/10.1136/BJSPORTS-2016-096189>.
- [40] Kwon YU. Static Postural Stability in Chronic Ankle Instability, an Ankle Sprain and Healthy Ankles. *Int J Sports Med* 2018;39:625–9. <https://doi.org/10.1055/A-0608-4552>.
- [41] Fraser JJ, Koldenhoven RM, Jaffri AH, Park JS, Saliba SF, Hart JM, et al. Foot impairments contribute to functional limitation in individuals with ankle sprain and chronic ankle instability. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2020;28:1600–10.

<https://doi.org/10.1007/S00167-018-5028-X>.

- [42] Hopkins JT, Brown TN, Christensen L, Palmieri-Smith RM. Deficits in peroneal latency and electromechanical delay in patients with functional ankle instability. *J Orthop Res* 2009;27:1541–6. <https://doi.org/10.1002/JOR.20934>.
- [43] Doherty C, Bleakley CM, Hertel J, Caulfield B, Ryan J, Delahunt E. Laboratory Measures of Postural Control During the Star Excursion Balance Test After Acute First-Time Lateral Ankle Sprain. *J Athl Train* 2015;50:651–64. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-50.1.09>.
- [44] Wikstrom EA, Brown CN. Minimum reporting standards for copers in chronic ankle instability research. *Sports Med* 2014;44:251–68. <https://doi.org/10.1007/S40279-013-0111-4>.
- [45] Bastien M, Moffet H, Bouyer LJ, Perron M, Hébert LJ, Leblond J. Alteration in global motor strategy following lateral ankle sprain. *BMC Musculoskelet Disord* 2014;15. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-15-436>.
- [46] Knapp D, Lee SY, Chinn L, Saliba SA, Hertel J. Differential ability of selected postural-control measures in the prediction of chronic ankle instability status. *J Athl Train* 2011;46:257–62. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-46.3.257>.
- [47] Doherty C, Bleakley C, Hertel J, Caulfield B, Ryan J, Delahunt E. Recovery From a First-Time Lateral Ankle Sprain and the Predictors of Chronic Ankle Instability: A Prospective Cohort Analysis. *Am J Sports Med* 2016;44:995–1003. <https://doi.org/10.1177/0363546516628870>.
- [48] Thompson C, Schabrun S, Romero R, Bialocerkowski A, van Dieen J, Marshall P. Factors Contributing to Chronic Ankle Instability: A Systematic Review and Meta-Analysis of Systematic Reviews. *Sports Med* 2018;48:189–205. <https://doi.org/10.1007/S40279-017-0781-4>.
- [49] Valderrabano V, Hintermann B, Horisberger M, Tak SF. Ligamentous posttraumatic ankle osteoarthritis. *Am J Sports Med* 2006;34:612–20. <https://doi.org/10.1177/0363546505281813>.
- [50] Goble DJ, Coxon JP, Van Impe A, Geurts M, Doumas M, Wenderoth N, et al. Brain activity during ankle proprioceptive stimulation predicts balance performance in young and older adults. *J Neurosci* 2011;31:16344–52.
- [51] Clark NC, Röijezon U, Treleaven J. Proprioception in musculoskeletal rehabilitation. Part 2: Clinical assessment and intervention. *Man Ther* 2015;20:378–87.
- [52] Proske U, Gandevia SC. The proprioceptive senses: their roles in signaling body shape, body position and movement, and muscle force. *Physiol Rev* 2012;92:1651–97. <https://doi.org/10.1152/PHYSREV.00048.2011>.
- [53] Taylor JL. Proprioception. In: Squire LRBT-E of N, editor., Oxford: Academic Press; 2009, p. 1143–9. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-008045046-9.01907-0>.
- [54] Goble DJ. Proprioceptive acuity assessment via joint position matching: from basic science to general practice. *Phys Ther* 2010;90:1176–84.
- [55] Lyle MA, Nichols TR. Evaluating intermuscular Golgi tendon organ feedback with twitch contractions. *J Physiol* 2019;597:4627–42. <https://doi.org/10.1113/JP277363>.

- [56] Cobo R, García-Piqueras J, Cobo J, Vega JA. The Human Cutaneous Sensory Corpuscles: An Update. *J Clin Med* 2021;10:1–12. <https://doi.org/10.3390/JCM10020227>.
- [57] Windhorst U. Muscle proprioceptive feedback and spinal networks. *Brain Res Bull* 2007;73:155–202. <https://doi.org/10.1016/J.BRAINRESBULL.2007.03.010>.
- [58] Lam T, Pearson KG. The role of proprioceptive feedback in the regulation and adaptation of locomotor activity. *Adv Exp Med Biol* 2002;508:343–55. [https://doi.org/10.1007/978-1-4615-0713-0\\_40](https://doi.org/10.1007/978-1-4615-0713-0_40).
- [59] Felicetti G, Thoumie P, Do MC, Schieppati M. Cutaneous and muscular afferents from the foot and sensory fusion processing: Physiology and pathology in neuropathies. *J Peripher Nerv Syst* 2021;26:17–34. <https://doi.org/10.1111/JNS.12429>.
- [60] Feldman AG, Feldman AG. The Relationship Between Postural and Movement Stability. *Adv Exp Med Biol* 2016;957:105–20. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-47313-0\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-319-47313-0_6).
- [61] Amiri P, Kearney RE. Identification of Central and Stretch Reflex Contributions to Human Postural Control. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng* 2021;29:497–507. <https://doi.org/10.1109/TNSRE.2021.3057785>.
- [62] Røijezon U, Clark NC, Treleaven J. Proprioception in musculoskeletal rehabilitation. Part 1: Basic science and principles of assessment and clinical interventions. *Man Ther* 2015;20:368–77.
- [63] Di Giulio I, Maganaris CN, Baltzopoulos V, Loram ID. The proprioceptive and agonist roles of gastrocnemius, soleus and tibialis anterior muscles in maintaining human upright posture. *J Physiol* 2009;587:2399–416.
- [64] Sekulic D, Spasic M, Mirkov D, Cavar M, Sattler T. Gender-specific influences of balance, speed, and power on agility performance. *J Strength Cond Res* 2013;27:802–11.
- [65] Kynsburg A, Pánics G, Halasi T. Long-term neuromuscular training and ankle joint position sense. *Acta Physiol Hung* 2010;97:183–91.
- [66] Witchalls JB, Waddington G, Adams R, Blanch P. Chronic ankle instability affects learning rate during repeated proprioception testing. *Phys Ther Sport* 2014;15:106–11.
- [67] Mohammadi F, Roozdar A. Effects of fatigue due to contraction of evertor muscles on the ankle joint position sense in male soccer players. *Am J Sports Med* 2010;38:824–8.
- [68] Bouisset S, Do M-C. Posture, dynamic stability, and voluntary movement. *Neurophysiol Clin Neurophysiol* 2008;38:345–62.
- [69] Lazarou L, Kofotolis N, Pafis G, Kellis E. Effects of two proprioceptive training programs on ankle range of motion, pain, functional and balance performance in individuals with ankle sprain. *J Back Musculoskelet Rehabil* 2018;31:437–46. <https://doi.org/10.3233/BMR-170836>.
- [70] Laboute E, Verhaeghe E, Puig PL, Blanquet X, Geneve T, Goudal B, et al. Spécificité et évaluation de la proprioception du genou. *J Traumatol Du Sport* 2016;33:20–30. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jts.2016.01.002>.
- [71] Xue X, Ma T, Li Q, Song Y, Hua Y. Chronic ankle instability is associated with proprioception

- deficits: A systematic review and meta-analysis. *J Sport Heal Sci* 2021;10:182–91. <https://doi.org/10.1016/J.JSHS.2020.09.014>.
- [72] Han J, Waddington G, Adams R, Anson J, Liu Y. Assessing proprioception: a critical review of methods. *J Sport Heal Sci* 2016;5:80–90.
- [73] Gribble PA, Hertel J, Plisky P. Using the Star Excursion Balance Test to assess dynamic postural-control deficits and outcomes in lower extremity injury: a literature and systematic review. *J Athl Train* 2012;47:339–57. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-47.3.08>.
- [74] Coughlan GF, Fullam K, Delahunt E, Gissane C, Caulfield BM. A comparison between performance on selected directions of the star excursion balance test and the Y balance test. *J Athl Train* 2012;47:366–71. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-47.4.03>.
- [75] Plisky PJ, Rauh MJ, Kaminski TW, Underwood FB. Star Excursion Balance Test as a predictor of lower extremity injury in high school basketball players. *J Orthop Sports Phys Ther* 2006;36:911–9. <https://doi.org/10.2519/JOSPT.2006.2244>.
- [76] Stiffler MR, Bell DR, Sanfilippo JL, Hetzel SJ, Pickett KA, Heiderscheid BC. Star Excursion Balance Test Anterior Asymmetry Is Associated With Injury Status in Division I Collegiate Athletes. *J Orthop Sports Phys Ther* 2017;47:339–46. <https://doi.org/10.2519/JOSPT.2017.6974>.
- [77] Butler RJ, Lehr ME, Fink ML, Kiesel KB, Plisky PJ. Dynamic balance performance and noncontact lower extremity injury in college football players: an initial study. *Sports Health* 2013;5:417–22. <https://doi.org/10.1177/1941738113498703>.
- [78] Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *J Clin Epidemiol* 2021;134:178–89. <https://doi.org/10.1016/J.JCLINEPI.2021.03.001>.
- [79] de Morton NA. The PEDro scale is a valid measure of the methodological quality of clinical trials: a demographic study. *Aust J Physiother* 2009;55:129–33. [https://doi.org/10.1016/S0004-9514\(09\)70043-1](https://doi.org/10.1016/S0004-9514(09)70043-1).
- [80] Shea BJ, Reeves BC, Wells G, Thuku M, Hamel C, Moran J, et al. AMSTAR 2: a critical appraisal tool for systematic reviews that include randomised or non-randomised studies of healthcare interventions, or both. *BMJ* 2017;358. <https://doi.org/10.1136/BMJ.J4008>.
- [81] Holme E, Magnusson SP, Becher K, Bieler T, Aagaard P, Kjær M. The effect of supervised rehabilitation on strength, postural sway, position sense and re-injury risk after acute ankle ligament sprain. *Scand J Med Sci Sport* 1999;9:104–9. <https://doi.org/10.1111/J.1600-0838.1999.TB00217.X>.
- [82] Olsen OE, Myklebust G, Engebretsen L, Holme I, Bahr R. Exercises to prevent lower limb injuries in youth sports: cluster randomised controlled trial. *BMJ* 2005;330:449–52. <https://doi.org/10.1136/BMJ.38330.632801.8F>.
- [83] Janssen KW, Van Mechelen W, Verhagen EALM. Ankles back in randomized controlled trial (ABrCt): Braces versus neuromuscular exercises for the secondary prevention of ankle sprains. Design of a randomised controlled trial. *BMC Musculoskelet Disord* 2011;12. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-12-210>.

- [84] Hupperets MDW, Verhagen EALM, Van Mechelen W. The 2BFit study: Is an unsupervised proprioceptive balance board training programme, given in addition to usual care, effective in preventing ankle sprain recurrences? Design of a randomized controlled trial. *BMC Musculoskelet Disord* 2008;9. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-9-71>.
- [85] Hupperets MDW, Verhagen EALM, Van Mechelen W. Effect of unsupervised home based proprioceptive training on recurrences of ankle sprain: Randomised controlled trial. *BMJ* 2009;339:276–8. <https://doi.org/10.1136/BMJ.B2684>.
- [86] Wedderkopp N, Kaltoft M, Holm R, Froberg K. Comparison of two intervention programmes in young female players in European handball--with and without ankle disc. *Scand J Med Sci Sports* 2003;13:371–5. <https://doi.org/10.1046/J.1600-0838.2003.00336.X>.
- [87] Soligard T, Myklebust G, Steffen K, Holme I, Silvers H, Bizzini M, et al. Comprehensive warm-up programme to prevent injuries in young female footballers: cluster randomised controlled trial. *BMJ* 2008;337:95–9. <https://doi.org/10.1136/BMJ.A2469>.
- [88] Foss KDB, Thomas S, Khoury JC, Myer GD, Hewett TE. A School-Based Neuromuscular Training Program and Sport-Related Injury Incidence: A Prospective Randomized Controlled Clinical Trial. *J Athl Train* 2018;53:20–8. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-173-16>.
- [89] Beaudouin F, Rössler R, Aus Der Fünten K, Bizzini M, Chomiak J, Verhagen E, et al. Effects of the “11+ Kids” injury prevention programme on severe injuries in children’s football: a secondary analysis of data from a multicentre cluster-randomised controlled trial. *Br J Sports Med* 2019;53:1418–23. <https://doi.org/10.1136/BJSPORTS-2018-099062>.
- [90] Stasinopoulos D. Comparison of three preventive methods in order to reduce the incidence of ankle inversion sprains among female volleyball players. *Br J Sports Med* 2004;38:182–5. <https://doi.org/10.1136/BJSM.2002.003947>.
- [91] Wedderkopp N, Kaltoft M, Lundgaard B, Rosendahl M, Froberg K. Prevention of injuries in young female players in European team handball. A prospective intervention study. *Scand J Med Sci Sports* 1999;9:41–7. <https://doi.org/10.1111/J.1600-0838.1999.TB00205.X>.
- [92] Asgari M, Alizadeh MH, Shahrbanian S, Nolte K, Jaitner T. Effects of the FIFA 11+ and a modified warm-up programme on injury prevention and performance improvement among youth male football players. *PLoS One* 2022;17. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0275545>.
- [93] Verhagen E, Van Der Beek A, Twisk J, Bouter L, Bahr R, Van Mechelen W. The effect of a proprioceptive balance board training program for the prevention of ankle sprains: A prospective controlled trial. *Am J Sports Med* 2004;32:1385–93. <https://doi.org/10.1177/0363546503262177>.
- [94] McGuine TA, Keene JS. The effect of a balance training program on the risk of ankle sprains in high school athletes. *Am J Sports Med* 2006;34:1103–11. <https://doi.org/10.1177/0363546505284191>.
- [95] Emery CA, Rose MS, McAllister JR, Meeuwisse WH. A prevention strategy to reduce the incidence of injury in high school basketball: a cluster randomized controlled trial. *Clin J Sport Med* 2007;17:17–24. <https://doi.org/10.1097/JSM.0B013E31802E9C05>.
- [96] Mohammadi F. Comparison of 3 preventive methods to reduce the recurrence of ankle

- inversion sprains in male soccer players. *Am J Sports Med* 2007;35:922–6. <https://doi.org/10.1177/0363546507299259>.
- [97] Eils E, Schröter R, Schröderr M, Gerss J, Rosenbaum D. Multistation proprioceptive exercise program prevents ankle injuries in basketball. *Med Sci Sports Exerc* 2010;42:2098–105. <https://doi.org/10.1249/MSS.0B013E3181E03667>.
- [98] Emery CA, Meeuwisse WH. The effectiveness of a neuromuscular prevention strategy to reduce injuries in youth soccer: a cluster-randomised controlled trial. *Br J Sports Med* 2010;44:555–62. <https://doi.org/10.1136/BJSM.2010.074377>.
- [99] Stojanović E, Terrence Scanlan A, Radovanović D, Jakovljević V, Faude O. A multicomponent neuromuscular warm-up program reduces lower-extremity injuries in trained basketball players: a cluster randomized controlled trial. *Phys Sportsmed* 2023;51:463–71. <https://doi.org/10.1080/00913847.2022.2133978>.
- [100] Melsen WG, Bootsma MCJ, Rovers MM, Bonten MJM. The effects of clinical and statistical heterogeneity on the predictive values of results from meta-analyses. *Clin Microbiol Infect* 2014;20:123–9. <https://doi.org/10.1111/1469-0691.12494>.
- [101] Maestro M, Ferre B. Anatomie fonctionnelle du pied et de la cheville de l'adulte. *Rev Du Rhum Monogr* 2014;81:61–70. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.monrhu.2014.03.001>.

## 7 Annexes

### Annexe 1 : Compléments sur la myologie du segment jambier

#### 1.4.1 La loge antérieure

Elle réunit quatre muscles qui sont le tibial antérieur, le long extenseur de l'hallux, le long extenseur des orteils ainsi que le troisième fibulaire. Le tibial antérieur sera le plus médial alors que le troisième fibulaire le plus en dehors.

- Le tibial antérieur et Le long extenseurs de l'hallux: vont permettre le soutien de la voûte médiale du pied ainsi que le contrôle de la bascule antérieure du talus. [19]
- Le long extenseur des orteils : son action principale est l'éversion, lors de l'attaque du talon, il permet d'empêcher que l'avant pied ne s'effondre. L'extension des orteils permet de creuser la voûte plantaire lorsque le pied est en appui. [19]
- Le troisième fibulaire : est le seul muscle à faire une éversion pure (Figure 7). Ce dernier est inconstant, ce qui permet d'appuyer l'inégalité d'apparition des blessures. [19]

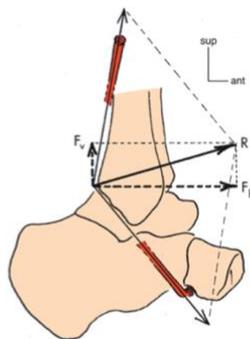
#### 1.4.2 La loge latérale

Elle regroupe le long et le court fibulaire, les muscles les plus touchés par l'entorse de cheville en varus. Ils vont avoir un rôle crucial à jouer dans la stabilisation latérale de cheville. [19] Ces derniers vont être maintenus par des rétinaculum ainsi que par la trochlée des fibulaires.

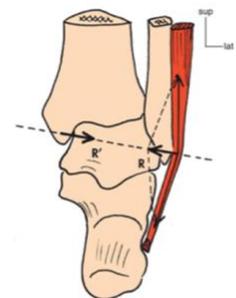
- Le long fibulaire : est considéré comme le premier stabilisateur latéral de la cheville. Croisant la voûte plantaire, il permet son soutien à l'aide des expansions du tibial postérieur. Le long fibulaire va augmenter la sustentation ainsi que le plaquage de la malléole fibulaire contre le talus (Figure 8) et contrôler la pince tibio-fibulaire (Figure 9). [19]
- Le court fibulaire : son rôle de sustentation de la malléole fibulaire est plus fort que celui du long fibulaire. Tout comme ce dernier, il vient serrer la pince tibio-fibulaire. En synergie avec le tibial postérieur, il va agir sur l'orientation générale du pied. [19]



*Figure 7 : Action du 3<sup>ème</sup> fibulaire [19]*



*Figure 9 : Action de sustentation de la malléole latérale par le long fibulaire [19]*



*Figure 8 : Action de serrage de la pince tibio-fibulaire par le long fibulaire [19]*

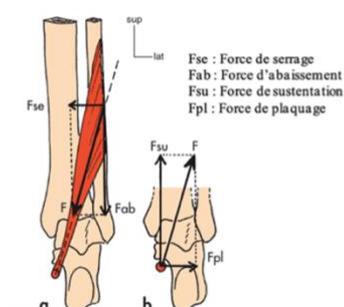
Les fibulaires agissent comme des « ligaments actifs », qui permettent au ligament collatéral fibulaire de la cheville d'être protégé contre le risque d'entorse. Les muscles éverseurs, contribuant à contrôler l'inversion, présentent un déficit chez les personnes qui se blessent plus facilement. [1]

Dans 80% des cas, l'innervation de la capsule articulaire est réalisée par le nerf fibulaire superficiel, mais dans 20% des cas, elle se fait par le nerf sural. Ce dernier est uniquement sensoriel ce qui peut entraîner un décalage dans la réponse musculaire des fibulaires lors de la distension. Ces individus seront alors plus enclins aux entorses de cheville. [19]

### 1.4.3 La loge postérieure

La loge postérieure est divisée en deux plans : le plan profond composé du tibial postérieur, du long fléchisseur des orteils et du long fléchisseur de l'hallux et le plan superficiel avec le triceps sural.

- Le tibial postérieur (TP) : va coapter l'articulation talo-crurale, sustenter la malléole et l'arche médiale plantaire. Il assure un contre-appui aux muscles rétro-malléolaires latéraux. Il va donc permettre le soutien transversal du médio-pied. [19]
- Le long fléchisseurs des orteils (LFO) : offre une proprioception ainsi qu'un soutien au niveau de la voûte plantaire. [19]
- Le long fléchisseurs de l'hallux (LFH) : est coaptateur et stabilisateur de la pince tibio-fibulaire, en abaissant la malléole latérale et en la serrant contre le tibia. Il va contrôler la bascule postérieure du talus et la sustentation de la voûte plantaire médiale (*Figure 10*). [19]



*Figure 10 : Action du long fléchisseur de l'hallux en chaîne fermée (a) et ouverte (b) [19]*

- Le triceps sural : comprend le gastrocnémien médial, qui va lutter contre le valgus du genou et de la cheville ; ainsi que le soléaire, qui va contrôler l'inclinaison du tibia en avant, conditionnant l'équilibre et la propulsion lors de l'accélération. L'ensemble renseigne sur la position du genou, de la cheville et des métatarsiens, en statique et à la marche, grâce au système tricipito-achilléo-calcanéo-plantaire. Cette chaîne musculo-aponévrotique va permettre un haut rendement lors de la propulsion et des réceptions. [19]

## Annexe 2 : Complément sur les méthodes d'évaluation de la proprioception et du contrôle postural dynamique.

### 1.7.6 Méthodes d'évaluation de la proprioception de cheville

#### *1.7.6.1 Le « Joint Position Sense » (JPS)*

Le JPS « permet de mesurer en actif ou en passif la capacité à détecter la position d'un membre dans l'espace ». [70] Le déroulé du test est le suivant : le sujet a les yeux fermés et le praticien va placer l'articulation de la cheville à une angulation précise. Il faudra que l'individu reproduise cette même angulation activement ou passivement. [71] Ce test va donc évaluer la statesthésie, à l'aide d'un goniomètre ou d'un inclinomètre. [72]

#### *1.7.6.2 Le « Threshold for Detection Motion » (TDPM)*

Le TDPM est une mesure fiable et sensible de la kinesthésie de cheville [11], mesurant la capacité du sujet à ressentir le mouvement, à partir d'une position immobile. Le sujet doit faire savoir au praticien dès qu'il perçoit le mouvement passif, l'angle moyen sera alors le résultat du test. [71]

#### *1.7.6.3 Le « Active Movement Extent Discrimination Assessment » (AMEDA)*

Le AMEDA consiste en « l'évaluation de l'étendue de la discrimination du mouvement actif ». [72] Il est réalisé de telle sorte que le sujet est debout, les yeux ouverts, devant effectuer plusieurs déplacements à des distances différentes pour ensuite déterminer les positions aléatoirement ordonnées. [72] Ce test devient recommandé car il permet une simulation plus réelle des activités sportives et de la vie quotidienne que les tests proprioceptifs classiques. [71]

### 1.7.7 Méthode d'évaluation du contrôle postural dynamique

Le Star Excursion Balance Test (SEBT) et le Y Balance Test (YBT) sont les deux outils les plus importants dans l'évaluation qualitative et quantitative de l'équilibre dynamique du membre inférieur, ayant une fiabilité inter-évaluateur et une intra-évaluateur excellentes. [73]

Le SEBT et le YBT vont permettre de planifier le retour au sport, évaluer l'efficacité des programmes de prévention et de prédire le risque de lésion. La standardisation des protocoles sera indispensable pour la reproductibilité de leurs résultats. [73]

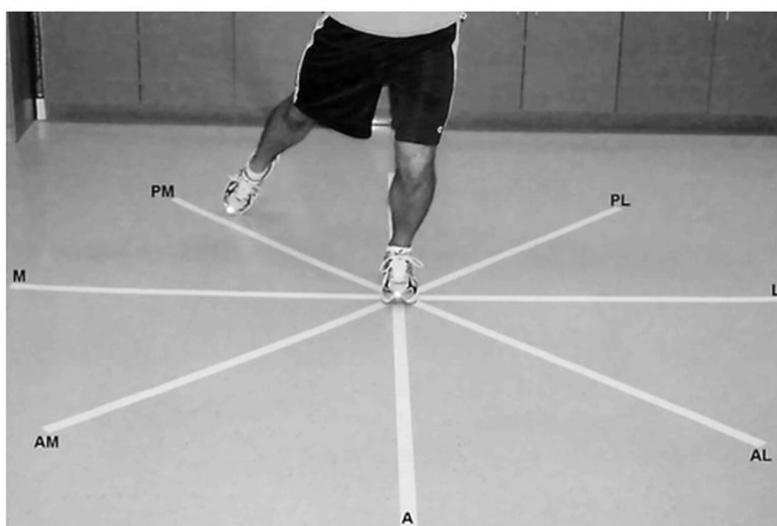
Certains mouvements dans la réalisation de ces deux tests sont similaires, mais les résultats des distances parcourues antérieures peuvent s'avérer différentes. C'est pourquoi, ils ne sont donc pas directement comparables. [74]

### 1.7.7.1 Le Star Excursion Balance Test (SEBT)

La réalisation du protocole est la suivante : le sujet est pieds nus, debout avec les mains sur les hanches, au centre d'une étoile à huit branches séparées de 45° entre elles. (<sup>13</sup> *Figure16*). Le but est d'atteindre en unipodal, la plus grande distance possible avec la pointe du pied en décharge, dans les huit directions, sans que le pied d'appui ne bouge. Le résultat obtenu sera en centimètre et pourra être ajusté à la longueur du membre inférieur. L'évaluateur fera la moyenne des trois répétitions ou alors prendra le résultat de la meilleure performance. [75]

L'évaluation sera qualitative avec l'observation des potentielles compensations et défauts du patient. Elle sera également quantitative et comparera le membre inférieur controlatéral ou bien les valeurs antérieures d'un même sujet. [76]

En ce qui concerne les résultats, un score inférieur à 90% entraîne un risque de blessure 3,5 fois plus important sur le membre inférieur testé. [77] De plus, une asymétrie supérieure à 4 centimètres entre les membres inférieurs droit et gauche, entraîne un risque lésionnel multiplié par 2,5. [75]



### 1.7.7.2 Le Y Balance Test (YBT)

YBT est composé de trois directions, suivant chacune une bande : antérieure, postéro-médiale et postéro-latérale. Entre la bande antérieure et les deux bandes postérieures, les angles formés sont de 135° et entre les deux bandes postérieures on retrouve 45°. Le protocole de réalisation est similaire au SEBT, pour les trois directions citées. [76]

Les résultats altérés de la mesure antérieure renseignent principalement sur le risque de lésion des membres inférieurs, comme les entorses de la cheville. Alors que les déficits retrouvés aux mesures postéro-latérale et postéro-médiale, mettent en évidence des altérations du contrôle neuromusculaire. [76]

### Annexe 3 : Lignes Directrices PRISMA, version française

**Tableau I. Traduction française originale de la liste de contrôle PRISMA 2009.**

Section/sujet	N°	Critères de contrôle	Page N°
<b>TITRE</b>			
Titre	1	Identifier le rapport comme une revue systématique, une méta-analyse, ou les deux.	
<b>RÉSUMÉ</b>			
Résumé structuré	2	Fournir un résumé structuré incluant, si applicable : contexte ; objectifs ; sources des données ; critères d'éligibilité des études, populations, et interventions ; évaluation des études et méthodes de synthèse ; résultats ; limites ; conclusions et impacts des principaux résultats ; numéro d'enregistrement de la revue systématique.	
<b>INTRODUCTION</b>			
Contexte	3	Justifier la pertinence de la revue par rapport à l'état actuel des connaissances.	
Objectifs	4	Déclarer explicitement les questions traitées en se référant aux participants, interventions, comparaisons, résultats, et à la conception de l'étude (PICOS <sup>a</sup> ).	
<b>MÉTHODE</b>			
Protocole et enregistrement	5	Indiquer si un protocole de revue de la littérature existe, s'il peut être consulté et où (par exemple, l'adresse web), et, le cas échéant, fournir des informations d'identification, y compris le numéro d'enregistrement.	
Critères d'éligibilité	6	Spécifier les caractéristiques de l'étude (par exemple, PICOS, durée de suivi) et les caractéristiques du rapport (par exemple, années considérées, langues, statuts de publication) utilisées comme critères d'éligibilité, et justifier ce choix.	
Sources d'information	7	Décrire toutes les sources d'information (par exemple : bases de données avec la période couverte, échange avec les auteurs pour identifier des études complémentaires) de recherche et la date de la dernière recherche.	
Recherche	8	Présenter la stratégie complète de recherche automatisée d'au moins une base de données, y compris les limites décidées, de sorte qu'elle puisse être reproduite.	
Sélection des études	9	Indiquer le processus de sélection des études (c.-à-d. : triage, éligibilité, inclusion dans la revue systématique, et, le cas échéant, inclusion dans la méta-analyse).	
Extraction des données	10	Décrire la méthode d'extraction de données contenues dans les rapports (par exemple : formulaires pré-établis, librement, en double lecture) et tous les processus d'obtention et de vérification des données auprès des investigateurs.	
Données	11	Lister et définir toutes les variables pour lesquelles des données ont été recherchées (par exemple : PICOS, sources de financement) et les suppositions et simplifications réalisées.	
Risque de biais inhérent à chacune des études	12	Décrire les méthodes utilisées pour évaluer le risque de biais de chaque étude (en spécifiant si celui-ci se situe au niveau de l'étude ou du résultat), et comment cette information est utilisée dans la synthèse des données.	
Quantification des résultats	13	Indiquer les principales métriques de quantification des résultats (par exemple : <i>risk ratio</i> , différence entre les moyennes).	
Synthèse des résultats	14	Décrire les méthodes de traitement des données et de combinaison des résultats des études, si effectué, y compris les tests d'hétérogénéité (par exemple : $I^2$ ) pour chaque méta-analyse.	
Risque de biais transversal aux études	15	Spécifier toute quantification du risque de biais pouvant altérer le niveau de preuve global (par exemple : biais de publication, rapport sélectif au sein des études).	
Analyses complémentaires	16	Décrire les méthodes des analyses complémentaires (par exemple : analyses de sensibilité ou en sous-groupes, méta-régression), si effectuées, en indiquant celles qui étaient prévues <i>a priori</i> .	

**Tableau I. Traduction française originale de la liste de contrôle PRISMA 2009 (suite).**

Section/sujet	N°	Critères de contrôle	Page N°
<b>RÉSULTATS</b>			
Sélection des études	17	Indiquer le nombre d'études triées, examinées en vue de l'éligibilité, et incluses dans la revue, avec les raisons d'exclusion à chaque étape, de préférence sous forme d'un diagramme de flux.	
Caractéristiques des études sélectionnées	18	Pour chaque étude, présenter les caractéristiques pour lesquelles des données ont été extraites (par exemple : taille de l'étude, PICOS, période de suivi) et fournir les références.	
Risque de biais relatif aux études	19	Présenter les éléments sur le risque de biais de chaque étude et, si possible, toute évaluation des conséquences sur les résultats (voir item 12).	
Résultats de chaque étude	20	Pour tous les résultats considérés (positifs ou négatifs), présenter, pour chaque étude : (a) une brève synthèse des données pour chaque groupe d'intervention ; (b) les amplitudes d'effets estimés et leurs intervalles de confiance, idéalement avec un graphique en forêt ( <i>forest plot</i> ).	
Synthèse des résultats	21	Présenter les principaux résultats de chaque méta-analyse réalisée, incluant les intervalles de confiance et les tests d'hétérogénéité.	
Risque de biais transversal aux études	22	Présenter les résultats de l'évaluation du risque de biais transversal aux études (voir item 15).	
Analyse complémentaire	23	Le cas échéant, donner les résultats des analyses complémentaires (par exemple : analyses de sensibilité ou en sous-groupes, méta-régression [voir item 16]).	
<b>DISCUSSION</b>			
Synthèse des niveaux de preuve	24	Résumer les principaux résultats, ainsi que leur niveau de preuve pour chacun des principaux critères de résultat ; examiner leur pertinence selon les publics concernés (par exemple : établissements ou professionnels de santé, usagers et décideurs).	
Limites	25	Discuter des limites au niveau des études et de leurs résultats (par exemple : risque de biais), ainsi qu'au niveau de la revue (par exemple : récupération incomplète de travaux identifiés, biais de notification).	
Conclusions	26	Fournir une interprétation générale des résultats dans le contexte des autres connaissances établies, et les impacts pour de futures études.	
<b>FINANCEMENT</b>			
Financement	27	Indiquer les sources de financement de la revue systématique et toute autre forme d'aide (par exemple : fourniture de données) ; rôle des financeurs pour la revue systématique.	

<sup>a</sup>Note du traducteur : *Patient, problem or population, Intervention, Comparison, control or comparator, Outcomes, Study design*

#### Annexe 4 : Échelle PEDro, version française

### Échelle PEDro

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

#### Annexe 5 : Classification générale du niveau de preuve d'une étude par la HAS

**Tableau 1. Classification générale du niveau de preuve d'une étude**

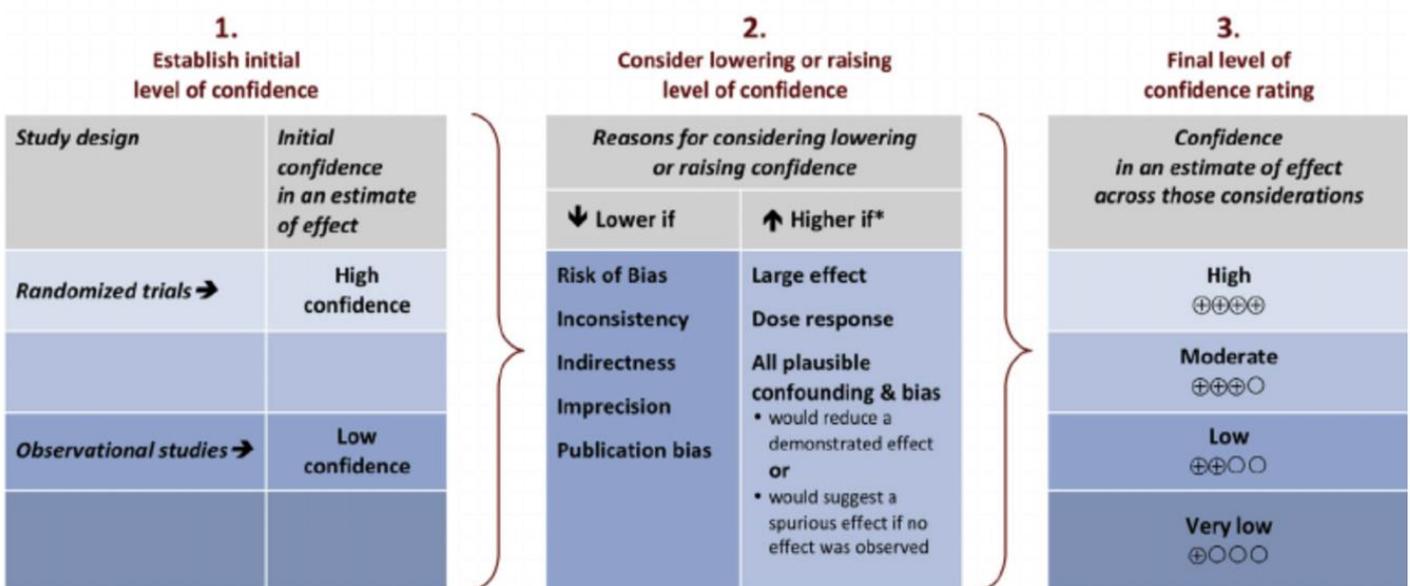
Niveau de preuve	Description
Fort	- le protocole est adapté pour répondre au mieux à la question posée ; - la réalisation est effectuée sans biais majeur ; - l'analyse statistique est adaptée aux objectifs ; - la puissance est suffisante.
Intermédiaire	- le protocole est adapté pour répondre au mieux à la question posée ; - puissance nettement insuffisante (effectif insuffisant ou puissance <i>a posteriori</i> insuffisante) ; - et/ou des anomalies mineures.
Faible	Autres types d'études.

Annexe 6 : Grade des recommandation de la HAS

**Tableau 2. Grade des recommandations**

Grade des recommandations	Niveau de preuve scientifique fourni par la littérature
A Preuve scientifique établie	Niveau 1 - essais comparatifs randomisés de forte puissance ; - méta-analyse d'essais comparatifs randomisés ; - analyse de décision fondée sur des études bien menées.
B Présomption scientifique	Niveau 2 - essais comparatifs randomisés de faible puissance ; - études comparatives non randomisées bien menées ; - études de cohortes.
C Faible niveau de preuve scientifique	Niveau 3 - études cas-témoins.
	Niveau 4 - études comparatives comportant des biais importants ; - études rétrospectives ; - séries de cas ; - études épidémiologiques descriptives (transversale, longitudinale).

Annexe 7 : Système Grade



\*upgrading criteria are usually applicable to observational studies only.

Dossier

A. Pallot et S. Rostagno

Traduction française de cinq échelles de qualité méthodologique des rapports de recherche



Les revues de la littérature sont des études secondaires : elles synthétisent des informations à partir d'études primaires. Lorsqu'elles présentent une méthode d'élaboration, elles sont qualifiées de systématiques [1]. L'échelle de qualité méthodologique pour coter la validité interne de ce type d'étude est l'échelle AMSTAR-2 [2].

La méthode employée est une traduction simple (anglais vers français) effectuée par les deux auteurs (AP et SR) en aveugle (indépendamment l'un de l'autre). Les deux versions ont ensuite été comparées et fusionnées, avec consensus entre les deux auteurs le cas échéant (Tableau I).

Tableau I. Traduction française de AMSTAR-2.

Items	Cotation
1	Est-ce que les questions de recherche et les critères d'inclusion de la revue ont inclus les critères PICO ?
2	Est-ce que le rapport de la revue contenait une déclaration explicite indiquant que la méthode de la revue a été établie avant de conduire la revue ? Est-ce que le rapport justifiait toute déviation significative par rapport au protocole ?
3	Les auteurs ont-ils expliqué leur choix de schémas d'étude à inclure dans la revue ?
4	Les auteurs ont-ils utilisé une stratégie de recherche documentaire exhaustive ?
5	Les auteurs ont-ils effectué en double la sélection des études ?
6	Les auteurs ont-ils effectuée en double l'extraction des données ?
7	Les auteurs ont-ils fourni une liste des études exclues et justifié les exclusions ?
8	Les auteurs ont-ils décrit les études incluses de manière suffisamment détaillée ?
9	Les auteurs ont-ils utilisé une technique satisfaisante pour évaluer le risque de biais des études individuelles incluses dans la revue ?
10	Les auteurs ont-ils indiqué les sources de financement des études incluses dans la revue ?
11	Si une méta-analyse a été effectuée, les auteurs ont-ils utilisé des méthodes appropriées pour la combinaison statistique des résultats ?
12	Si une méta-analyse a été effectuée, les auteurs ont-ils évalué l'impact potentiel des risques de biais des études individuelles sur les résultats de la méta-analyse ou d'une autre synthèse des preuves ?
13	Les auteurs ont-ils pris en compte le risque de biais des études individuelles lors de l'interprétation / de la discussion des résultats de la revue ?
14	Les auteurs ont-ils fourni une explication satisfaisante pour toute hétérogénéité observée dans les résultats de la revue, et une discussion sur celle-ci ?
15	S'ils ont réalisé une synthèse quantitative, les auteurs ont-ils mené une évaluation adéquate des biais de publication (biais de petite étude) et ont discuté de son impact probable sur les résultats de la revue ?
16	Les auteurs ont-ils rapporté toute source potentielle de conflit d'intérêts, y compris tout financement reçu pour réaliser la revue ?

Déclaration de liens d'intérêts

Les auteurs déclarent ne pas avoir de liens d'intérêts.

[2] Shea BJ, Reeves BC, Wells G, Thuku M, Hamel C, Moran J, et al. AMSTAR 2: a critical appraisal tool for systematic reviews that include randomised or non-randomised studies of healthcare interventions, or both. *BMJ* 2017; 358: j4008.

RÉFÉRENCES

**TITRE :** Intérêt des programmes proprioceptifs, dans la prévention des entorses de cheville primaire et récidivante, chez les athlètes à risque.

**TITLE :** Effect of proprioceptive programs to prevent primary and recurrent ankle sprains in at-risk athletes.

**Nombre de pages :** 78

**Directeur de Mémoire :** Mr MENAHEM Stephan

**Résumé :** **Introduction :** Aujourd'hui, soixante-dix pour cent des Français ont déjà subi une entorse de cheville, perçue comme le traumatisme de l'appareil locomoteur le plus répandu. Elles représentent jusqu'à trente pour cent de toutes les blessures sportives. Les conséquences économiques, psychologiques, anatomiques et fonctionnelles, associées aux récurrences et à une incapacité à long terme, font de l'entorse de cheville un problème majeur de Santé Publique. **Objectifs :** Le but de cette revue de littérature est de déterminer si les programmes proprioceptifs effectués par les athlètes de sports collectifs, de pivots et de réceptions, permettent de réduire significativement l'incidence des entorses de cheville. **Méthode :** Afin de répondre à la question thérapeutique posée, les bases de données PubMed, Pedro, Cochrane Library, Kinédoc ont été investiguées. Sept essais cliniques contrôlés randomisés, comparant un groupe proprioceptif et un groupe témoin, ont été inclus. **Résultats :** Les critères de jugement étaient l'incidence des entorses de cheville, leurs récurrences ainsi que leurs gravités. Les résultats de la méta-analyse ont montré une amélioration statistiquement significative ( $p < 0,00001$ ) en faveur du groupe proprioception, concernant l'incidence des entorses de cheville : RR = 0,58 ; IC 95% (0,46-0,73). L'entraînement proprioceptif permettrait également une réduction significative des récurrences d'entorses de cheville chez les basketteurs, les footballeurs et les volleyeurs. Cependant aucun effet significatif n'a été trouvé pour la gravité. **Discussion :** Bien que ces résultats soient en faveur de la proprioception, ils sont à interpréter avec prudence. En effet, des biais et des faibles niveaux de preuves et d'interprétation clinique ont été relevés. L'hétérogénéité prononcée des critères d'inclusions ainsi qu'une taille d'échantillon trop faible pour représenter la population sportive générale font que les résultats sont difficilement comparables. **Conclusions :** Pour conclure, la proprioception s'est montrée être efficace dans la réduction des entorses de cheville primaires et récidivantes chez les sportifs à risque. Malgré des résultats à interpréter prudemment, la proprioception a des avantages certains et des effets indésirables négligeables. La facilité de mise en place et les faibles coûts qu'elle induit, tendent à faire pencher la balance bénéfices-risques en sa faveur. **Mots clefs :** *proprioception ; programme neuro-musculaire ; prévention ; entorses de cheville ; athletes.*

**Abstract :** **Introduction :** Today, seventy percent of the French population has already sprained an ankle, known as the most common injury of the musculoskeletal system. It represents thirty percent of all sports injury. The economical, psychological, anatomical, functional consequences associated to recidivism and a long-term incapacity, make the sprained ankle a serious Public Health issue. **Objectives :** The main objective of this paper was to determine if the proprioceptive programs exerted by collective, twist and reception sports athletes, allowed to significantly reduce the ankle sprain incidence. **Methods :** In order to answer this therapeutic question, the data-based PubMed, Pedro, Cochrane Library, Kinedoc were investigated. Seven randomized controls trials, comparing proprioceptive and control groups, have been included. **Results :** The judgment criterions were the ankle sprain incidence, their relapse, and their gravity. The meta-analysis results have shown a significantly statistic improvement ( $p < 0,00001$ ) in favor of the proprioception group, about the ankle sprain incidence : RR = 0,58 ; IC 95% (0,46-0,73). The proprioceptive training would also allow a significant reduction of ankle sprain recidivism, in the basketball, football and volleyball players. However, no significant effect was found for the gravity subject. **Discussion :** Although these results support proprioception, they should be interpreted carefully. As a matter of fact, biases and low quality of evidence and clinical interpretation were noted. The pronounced heterogeneity of the inclusion criteria and a sample size too small to represent the general sport population make the results difficult to compare. **Conclusions :** To conclude, proprioception has been shown to be effective in reducing primary and recurrent ankle sprains in at-risk athletes. Despite the results must be interpreted with caution, proprioception has definite advantages and negligible side-effects. Its ease of application and the low cost involved tend to tip the benefit-risk balance in its favor.

**Key-words :** *proprioception ; neuromuscular program ; prevention ; ankle sprain ; sprained ankle ; athletes.*