



Institut Régional de Formation aux Métiers de la Rééducation et Réadaptation

Pays de la Loire.

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

Le travail proprioceptif de cheville,
actualisation des connaissances : revue de la littérature

Jérémie LEAU

Mémoire UE28

Semestre 8

Année scolaire : 2018-2019

RÉGION DES PAYS DE LA LOIRE



AVERTISSEMENT

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

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

Remerciements :

Je remercie mon directeur de mémoire et toutes les personnes qui m'ont aidé, accompagné et consacré du temps pour la réalisation de ce travail de fin d'étude.

Résumé

Introduction

L'entorse latérale de cheville représente l'atteinte musculo squelettique la plus fréquente au sein de la population active. Caractérisée par son fort taux de récurrence et le développement fréquent d'instabilité chronique (ICC), l'entorse représente un réel fardeau pour les soins de santé. La présence d'un déficit proprioceptif semblerait être un des principaux facteurs de récurrence et de mauvaise évolution de l'entorse.

Objectifs

Actualiser les connaissances et identifier les stratégies de prises en charge du masseur kinésithérapeute (MK) permettant la restauration de la fonction proprioceptive des patients ayant été atteints d'entorse latérale de cheville.

Matériel et méthodes

Une revue systématique des bases de données numériques Pubmed, Science Direct et PEDro a été réalisée en décembre 2018. La qualité méthodologique des études individuelles a été évaluée à l'aide de l'échelle PEDro.

Résultats

Deux essais contrôlés randomisés de qualité modérée portant sur 71 participants ont été inclus. Les résultats ont révélé une amélioration significative ($p < 0,05$) du sens de la position articulaire chez des participants présentant une ICC après un programme actif de travail d'équilibre et de renforcement.

Conclusion

Malgré la qualité modérée des articles inclus, la mise en place d'un programme de renforcement associé au travail d'équilibre semblerait efficace dans l'amélioration de l'acuité proprioceptive chez des sujets atteints d'ICC. Des études complémentaires sont nécessaires afin d'obtenir des données probantes et de déterminer un programme optimal pour le traitement proprioceptif des patients présentant un déficit proprioceptif à la suite d'entorse latérale de cheville.

Mots clés

Cheville ; Entorse ; Rééducation ; Proprioception

Abstract**Introduction**

Lateral ankle sprain is the most common musculoskeletal injury in physically active population. It is characterized by a high rate of recurrence and a frequent development of chronic instability (CAI). The classical therapeutic strategies may not be effective in the treatment of lateral ankle sprain and pose a substantial healthcare burden. A proprioceptive deficit seems to be one of the modifiable risk factors for ankle sprain and the bad evolution of it over time.

Objectives

To update knowledge and to identify physiotherapist's ways to improve proprioception of patients who are affected by a lateral ankle sprain.

Material and methods

A systematic review of the databases Pubmed, Science Direct and PEDro was conducted in December 2018. Methodological quality of individual studies was assessed using the PEDroscale.

Results

Two moderate-quality randomized controlled trials involving 71 participants were included. The results revealed a significant ($p < 0.05$) improvement in joint position sense in participants with CAI after an active program of balance and reinforcement work.

Conclusion

Despite the moderate quality of the included articles, in clinical practice, ankle strengthening combined to balance program seems to be effective in improving proprioceptive acuity in subjects with CAI. Further study is warranted to develop the rigour of the evidence-base and to determine the optimal proprioceptive training program following ankle ligament injury.

Keywords

Ankle ; Sprain ; Rehabilitation ; Proprioception

Sommaire

1	Introduction.....	1
2	Cadre conceptuel.....	2
2.1	Anatomie de la cheville	2
2.2	L'entorse latérale de cheville	6
2.3	De l'entorse à l'instabilité chronique de cheville (ICC).....	12
2.4	La proprioception de cheville	14
2.5	Rééducation proprioceptive.....	18
3	Problématique et question de recherche	20
4	Matériel et méthodes.....	21
4.1	Stratégies de recherche.....	21
4.2	Critères d'éligibilité	23
5	Résultats et analyse des résultats	24
5.1	Résultat de recherche	24
5.2	Evaluation de la qualité méthodologique	25
5.3	Caractéristique des études sélectionnées.....	26
5.4	Principaux résultats	29
6	Discussion	30
6.1	Analyse et limites des articles inclus	30
6.2	Limite de la revue	35
6.3	Etudes exclues	38
6.4	Perspectives.....	39
7	Conflit d'intérêt	43
8	Conclusion	43
9	Références bibliographiques.....	44
10	Annexe(s).....	49

1 Introduction

L'entorse de la cheville est l'atteinte musculo squelettique la plus fréquente au sein de la population active et sportive (1). Il s'agit dans la très grande majorité des cas d'une atteinte du ligament collatéral latéral (2). Associée à un fort taux de récides pouvant atteindre jusqu'à 73% de la population sportive (3), l'instabilité chronique de cheville (ICC) se développerait chez un tiers des patients dans l'année qui suit la première blessure (1,4,5). Par ailleurs, cette instabilité est génératrice d'arthrose à plus long terme (1,6,7). A cette cascade évolutive de l'entorse s'ajoute une fréquente automédication et une certaine banalisation de cette pathologie par les patients. Ainsi l'entorse de cheville représente un véritable fardeau pour les soins de santé (8,9).

Ces constats ont amené la communauté scientifique internationale à reconsidérer l'efficacité des stratégies de prise en charge actuelles (1,5). A la suite d'une première blessure, la présence d'un déficit proprioceptif serait considéré par certains auteurs comme un des principaux facteurs de récide et de mauvaise évolution de l'entorse dans le temps (10,11). Le sens proprioceptif, définit comme la capacité à déterminer les positions et les mouvements des segments du corps dans l'espace, joue un rôle important dans le contrôle des mouvements et le maintien de la stabilité de l'articulation de la cheville (12). Ainsi les dernières recommandations scientifiques suggèrent d'inclure celui-ci dans un programme de prévention et/ou de réadaptation visant à réduire le risque de récide et le développement d'instabilité (13).

Cependant à l'heure actuelle, restaurer la proprioception déficitaire semble controversé. Les exercices d'équilibre sur support instable, très utilisés en pratique clinique, paraissent critiqués dans la littérature et ne permettrait donc pas l'amélioration du sens proprioceptif de la cheville selon certains auteurs (14,15).

Ainsi nous nous interrogeons :

Par quels moyens le thérapeute peut-il améliorer la fonction proprioceptive d'un patient suite à une entorse latérale de cheville ?

2 Cadre conceptuel

2.1 Anatomie de la cheville

Selon Adalbert-I Kapandji, l'articulation de la cheville, ou articulation talo-crurale, est l'articulation distale du membre inférieur. C'est une articulation trochléaire : elle ne possède donc qu'un seul degré de liberté. Cette articulation est très « serrée », très emboîtée et subit des contraintes extrêmement importantes. En appui unipodal, elle supporte la totalité du poids du corps. Cela est empiré lorsque le pied prend contact avec le sol sous une certaine vitesse via l'énergie cinétique (comme c'est le cas, par exemple, lors de la marche, de la course ou encore lors de la réception d'un saut) (16). La cheville a par ailleurs une double vocation fonctionnelle (17) : un rôle de charnière entre le pied et la jambe et un rôle de répartition des contraintes transmises vers l'avant et l'arrière pied.

Mr Dufour décrit trois éléments osseux en présence dans cette articulation, le Tibia, la Fibula et le Talus (18). Cependant d'un point de vue mécanique et fonctionnelle, l'articulation talo-crurale fait partie intégrante d'un complexe d'arrière pied. Dans ce dernier sont incluses les articulations tibio-fibulaire inférieure et supérieure, l'articulation subtalaire et l'articulation transverse du tarse (18).

2.1.1 Le complexe de l'arrière pied

Ce complexe articulaire comporte cinq articulations stabilisées de manière passive et active :

- La tibio-fibulaire supérieure

C'est une surface plane, encroutée de cartilage hyalin permettant ainsi des glissements-bâillements entre la facette fibulaire du tibia et le versant antéro médial de la tête fibulaire (17). Elle possède une capsule, une synoviale, quelques ligaments indifférenciés et, indirectement, un gros ligament : le collatéral fibulaire du genou. De même, le tendon du biceps fémoral constitue un élément de stabilité active important.

- La tibio- fibulaire inférieure

Elle est différente, il s'agit ici d'une syndesmose. Autrement dit, elle permet non pas des glissements mais des écartements rapprochements, et cela beaucoup plus nettement qu'une

symphyse. Les surfaces ne sont pas encroutées de cartilage hyalin mais donnent insertion à du tissu fibreux interosseux (17). Cette articulation possède deux forts ligaments : un antérieur et surtout un postérieur, lequel est large et s'étend jusqu'à la malléole médiale. Ils sont obliques en bas et en dehors. Ils autorisent ainsi les mouvements d'écartement-ascension de la fibula au cours de la flexion dorsale talo-crurale. A distance on trouve le retinaculum des muscles fibulaires et la membrane interosseuse (18).

- La subtalaire

Les éléments en présence dans cette articulation sont au nombre de deux, le talus et le calcaneus. La stabilité passive est assurée par une capsule postérieure et antérieure, et principalement par une structure ligamentaire qui est le ligament talocalcanéen interosseux. Les muscles ayant une action coaptatrice sont les muscles rétromalléolaires. Ils stabilisent l'articulation activement, avec une mention particulière pour le long fléchisseur de l'hallux qui sangle le talus par l'arrière, avant de se plaquer sous le sustentaculum. Cette jonction articulaire est responsable de la stabilité de l'arrière pied.

- La transverse du tarse

L'articulation transverse du tarse est divisée en deux compartiments : un latéral, calcaneocuboïdien, et un médial talo-naviculaire. Ce dernier a une singularité : il partage sa capsule avec la subtalaire antérieure ce qui en fait une zone clé pour la voûte plantaire. Les éléments ligamentaires en présence sont principalement les ligaments calcaneonaviculaires plantaires en médial et le ligament calcaneocuboidien plantaire en latéral qui assure de manière passive la stabilité. Les tendons des muscles rétromalléolaires médiaux, notamment le tibia postérieur, stabilisent activement le compartiment médial. En latéral ce sont les muscles intrinsèques de l'hallux et du cinquième orteil, le court extenseur des orteils et les tendons fibulaires qui participent à la stabilité articulaire. Lié ainsi à la subtalaire on y trouve sur le plan dynamique un déplacement tridimensionnel (inversion-éversion).

- La talo-crurale

En réalité, l'articulation talo-crurale est certainement la plus importante, la « reine » comme disait Farabeuf, de tout le complexe articulaire de l'arrière pied (16). Comme présenté précédemment, cette articulation est une ginglyme associant les surfaces articulaires de trois

os : celle du tibia, du talus et de la fibula. Sa particularité est d'être à géométrie variable (largeur plus grande en flexion dorsale). Les surfaces sont concordantes mais non congruentes (17). Cette articulation est maintenue par un système passif : le ligament collatéral fibulaire (LCF) et le ligament collatéral tibial (LCT) (18).

Le ligament collatéral fibulaire (LCF) est composé de trois faisceaux :

- Le ligament talo-fibulaire antérieur (LTFA), mono articulaire, est dit « ligament de l'entorse », car plus fréquemment touché
- Le ligament calcanéo-fibulaire (LCF) moyen, bi articulaire
- Le ligament talo-fibulaire postérieur (LTFP), mono articulaire

Le ligament collatéral tibial (LCT) est le plus résistant, il se répartit en deux plans :

- Un profond, mono articulaire (tibio-talaire), avec un faisceau antérieur et postérieur
- Un superficiel en un seul plan, bi articulaire et en éventail (tibio-calcanéo-naviculaire, dit « deltoïdien »)

Le système musculaire participe activement à la stabilité de la cheville. Pour M. Dufour cette stabilité est assurée principalement par les muscles rétromalléolaires, médiaux et latéraux. Ainsi, le muscle tibial postérieur, le long fléchisseur des orteils et le fléchisseur de l'hallux participent activement à la stabilité du versant médial de la cheville. Les muscles courts et long fibulaire assurent pour leur part la stabilité latérale de cheville.

2.1.2 Mobilité fonctionnelle

Selon Kapandji (16) il existe trois axes principaux de mobilité de ce complexe articulaire. Ils se coupent approximativement au niveau de l'arrière pied. Lorsque le pied est en position de référence, ces trois axes sont perpendiculaires entre eux. Sur la Figure 1, l'extension de la cheville modifie l'orientation de l'axe Z, alors que les deux autres sont fixes. L'axe transversal XX' bi-malléolaire correspond à l'axe de l'articulation talo-crurale. Il permet les mouvements de flexion-extension du pied dans un plan sagittal. L'axe longitudinal Y est vertical, il autorise les mouvements d'abduction-adduction du pied par rapport à la jambe dans un plan

transversal. Pour finir, l'axe longitudinal du pied Z est horizontal et contenu dans un plan sagittal. Il conditionne les mouvements de pronation et supination.

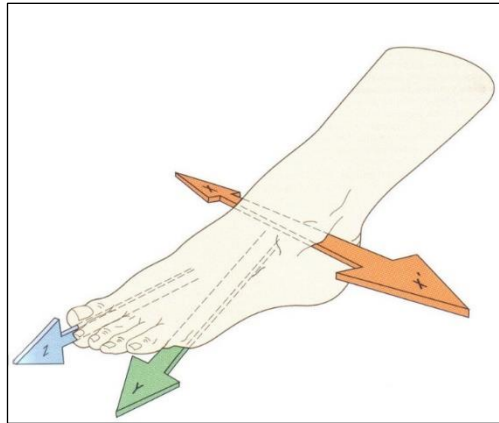


Figure 1. Les axes de mobilité du complexe d'arrière pied (Kapandji 2012)

Nous avons mentionné que la cheville est fonctionnellement liée à la subtalaire et à l'articulation transverse du tarse pour donner un mouvement tridimensionnel d'ensemble. En effet cet ensemble d'articulations réalise l'équivalent d'une seule articulation à trois degrés de liberté qui permet d'orienter la voûte plantaire dans toutes les directions. Ces mouvements sont globaux et sont étudiés avec le pied. Ainsi tous les mouvements de l'arrière pied sont conditionnés par un axe fonctionnel, l'axe de Henké (Fig.2) (19). Oblique d'arrière en avant, de bas en haut et de dehors en dedans, il autorise un mouvement combiné de flexion dorsal, d'abduction et de pronation, appelé éversion et un mouvement global de flexion plantaire, d'adduction et de supination, c'est l'inversion. Pour certains auteurs, ce dernier mouvement serait associé au mécanisme lésionnel de l'entorse latérale de cheville (20).

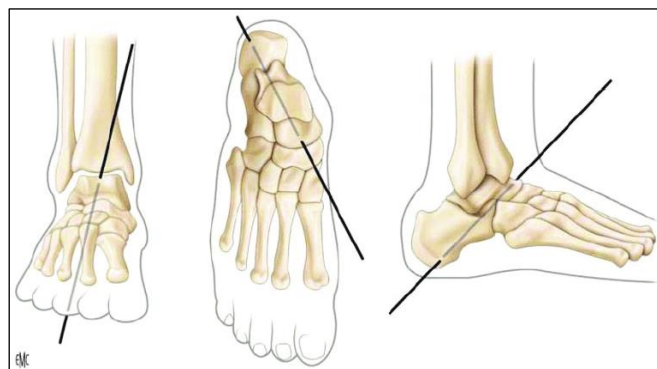


Figure 2. Axe de Henké (19)

2.2 L'entorse latérale de cheville

L'entorse latérale aigüe de cheville a été défini par Delahunt et al. (4) et approuvée par le comité de l'International Ankle Consortium (IAC) (1) comme « une lésion traumatique aigüe du ligament latéral du complexe de la cheville en raison d'un excès de supination de l'arrière pied et/ou d'une flexion plantaire combiné à adduction du pied ». La terminologie « entorse » indique que l'intégrité structurelle du ligament, qui joue le rôle de stabilisateur passif de l'articulation, a été compromise. Pour l'articulation de la cheville, les ligaments situés sur la partie latérale de la cheville (en particulier le LTFA) sont les plus vulnérables aux blessures (21).

2.2.1 Epidémiologie

L'entorse de cheville est l'atteinte musculo squelettique la plus fréquente au sein de la population active et sportive. Sa prévalence est également très élevée dans la population en général et constitue un véritable fardeau pour les soins de santé (1).

- Incidence journalière

En France, l'incidence journalière des entorses de la cheville est estimée à 1 cas pour 10 000 habitants soit environ 6500 cas d'entorses par jour (22). Elle représente entre 3 et 5% des visites au département d'urgence au Royaume-Unis ce qui équivaut à environ 5 600 incidences par jour (23). Aux États-Unis, c'est dix milles entorses par jour et environ deux millions d'entorses de la cheville qui se produisent chaque année (24).

Ces valeurs sont sans doute sous-estimées par rapport à la réalité compte tenu de la banalisation de ce traumatisme et de l'automédication fréquente dans ce domaine (22). Ainsi ces chiffres pour certains auteurs ce pourrait même être multiplié par deux (8).

- L'entorse latérale

L'entorse latérale de cheville est le type d'entorse le plus couramment observé. Chez les athlètes, Doherty et al. mettent en évidence une incidence pour l'entorse latérale de 0,93 (pour 1000 expositions), 0,06 pour une entorse médiale et 0,38 pour une atteinte de la syndesmose (2). Par ailleurs, le LTFA est le ligament le plus touché et serait impliqué dans 85,3% des entorses (25).

- Population à risque

Les sous-groupes de population les plus à risques d'entorse ont été identifiés par Doherty et al. (2) via une revue systématique. Ainsi, selon eux, les femmes, la population jeune et les athlètes compétitifs pratiquant en salle ou sur terrain de sport seraient les plus à risques d'entorse au sein de la population générale.

- Traumatologie du sport et activités à risques

L'entorse de cheville représente, tous sports confondus, 15 à 20 % des traumatismes sportifs mais survient davantage dans les sports collectifs avec des changements d'appui brutaux (22). Le basketball (41,1%), le football (9,3%) et le soccer (7,9%) sont associés au plus fort pourcentage d'entorse (24).

- Blessure récidivante

Une étude chinoise fait état d'un taux de récurrence d'entorse de cheville de 73% au sein de l'équipe nationale chinoise d'athlétisme. De plus, pas moins de 59% de ces athlètes présentaient une invalidité importante et des symptômes résiduels menant à une altération de leurs performances sportives (3). L'IAC, elle, estime un taux de récurrence compris entre 40 et 70% (1).

- Coût social

Ces entorses constituent le motif de consultation le plus fréquent en traumatologie courante. Entre les coûts économiques directs (frais médicaux) ou indirects (perte du temps de travail), à court terme ou à long terme (1), les auteurs estiment qu'elles sont responsables pour la société française d'un coût d'environ 1,2 millions d'euros par jour (22). La conséquence économique ajoute une nouvelle couche de gravité de l'entorse de cheville. Ainsi cette dernière relève être un véritable enjeu de santé publique.

2.2.2 Mécanisme lésionnel de l'entorse latérale de cheville

Nous nous intéressons dans cette partie seulement au mécanisme lésionnel de l'entorse latérale de cheville. Nous excluons ainsi toute autres atteintes associée potentielles, comme par exemple l'atteinte de la syndesmose (tibio-fibulaire). Nous pouvons ainsi distinguer deux types de mécanismes : les mécanismes lésionnels d'entorse avec contact et ceux sans contact (1).

Premièrement, Andersen (26) s'est intéressé au mécanisme lésionnel par contact de l'entorse latérale de cheville dans la pratique du football. Il met en évidence deux types de mécanismes. Le premier est le contact entre deux joueurs où l'adversaire impacte le versant médial de la jambe ou du pied, ce qui entraîne une force latérale obligeant le joueur à se réceptionner avec la cheville en inversion. Le deuxième mécanisme concerne la flexion plantaire forcée où le joueur blessé frappe dans le pied de l'adversaire en voulant dégager la balle. Dans la pratique du basket-ball et du volley-ball, les entorses latérales de cheville surviennent le plus souvent lors d'une réception à l'atterrissage sur le pied d'un adversaire entraînant une supination forcée avec absence de flexion plantaire (8,27).

Ainsi, en milieu sportif, le mécanisme lésionnel de l'entorse latérale de cheville est généralement déterminé par le type même de la pratique.

Concernant le traumatisme de la cheville sans contact, il est reconnu pour être le plus fréquent (2). Les connaissances concernant ce mécanisme lésionnel ont beaucoup évolué dans le temps. Garrick en 1977 (20) décrit, lors de l'entorse, un mécanisme en supination, en flexion plantaire et en rotation interne de cheville, autrement dit un mouvement d'inversion de cheville. La présence de flexion plantaire durant l'entorse est, à ce jour, remise en cause depuis les travaux de Fong et al. en 2009 et 2012 (28,29) et approuvée dernièrement par une récente étude de Skazalski et al. (27). Ainsi, Fong en 2009 (28) rapporte la toute première analyse cinématique d'une entorse latérale survenue accidentellement lors d'un test en laboratoire de recherche (Fig.3). La lésion de cette entorse est décrite par un mouvement, en charge, forcé, rapide, en supination et rotation interne. Ainsi contrairement au mécanisme lésionnel décrit par Garrick (20), la flexion plantaire y est totalement absente et, à l'inverse, la flexion dorsale est observée tout au long du processus lésionnel. Fong, durant ce mécanisme lésionnel, identifie deux phases distinctes : une



Figure 3. Entorse latérale survenue en laboratoire, cliché à 0.08 s après attaque du pas (Fong et al. 2009)

phase de « pré-blessure » et une phase de « blessure ». Avant même l'attaque du pied au sol, durant la phase de pré-blessure, il est observé un mauvais positionnement du pied en rotation médial et supination. A partir de 0,11 sec après attaque du pas on entre dans la phase de « blessure » (Fig.4). La vitesse du mouvement en supination et en rotation interne augmente significativement. Le mouvement est dit rapide avec un enregistrement du pic de vitesse angulaire supérieur à $500^{\circ}/\text{sec}$ (29).

Il décrit également au moment de la blessure une déviation latérale du centre des pressions, d'autant plus important chez les sujets instables (Fig. 4). Cette déviation entraîne une situation à risque pour la cheville par l'augmentation du bras de levier.

Le système sensorimoteur au niveau de l'articulation cheville joue un rôle primordial dans le contrôle moteur, le contrôle postural, la stabilité articulaire et le positionnement de celle-ci dans l'espace (proprioception). Il est clair que la présence d'un déficit sensorimoteur peut être responsable d'une telle blessure (10,11).

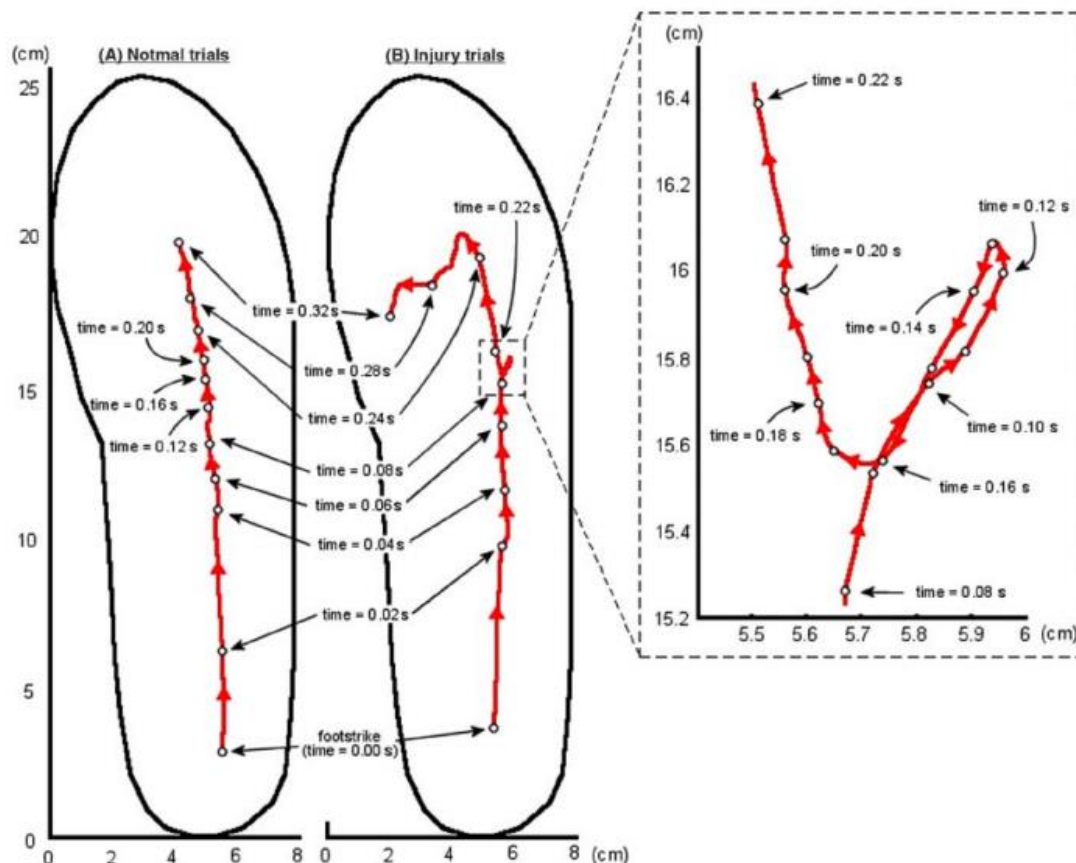


Figure 4. La trajectoire moyenne de déplacement du centre de pression durant les essais « sans blessures » (A) et de l'essai avec survenue de l'entorse (B) (Fong et al.2009)

2.2.3 Evolution et déficits

En tant que blessure aigüe isolée, il est courant de considérer l'entorse latérale de cheville comme une blessure inoffensive dont le patient pourra récupérer facilement et rapidement. Cependant, se limiter au retour à l'activité du patient pour considérer le traitement de l'entorse réussi peut paraître très limité. En effet, un nombre significatif de patients éprouvent par la suite des problèmes persistants, dont des symptômes résiduels, des déficits fonctionnels et des limitations d'activité dans les mois et l'année après l'entorse (1). A ces signes fonctionnels suite à l'entorse peuvent être associés des signes de douleur, des déficits sensorimoteurs (proprioceptifs et neuromusculaires), musculaires (faiblesse des éverseurs), des déficits de contrôle postural et des limitations articulaire (dorsiflexion de cheville) (1). Une série d'études se sont intéressées à l'évolution clinique de l'entorse aiguë de la cheville dont une revue de la littérature de Rijn et al. (30). Les résultats de cette étude sont les suivants : 33% de patients déclarent avoir encore des douleurs après un an (malgré une

diminution rapide de la douleur sur les deux premières semaines), 36 à 85% déclarent s'être complètement rétablis au terme d'une période de trois ans, tandis que 34% signalent au moins une nouvelle entorse sur cette même période. Ce dernier chiffre est assez variable selon les études, l'IAC, elle, évoque même un taux de récurrence allant de 40 jusqu'à 70% (1). Ce très fort taux de récurrence est à la fois la cause et la conséquence de la persistance de ces déficits fonctionnels.

Selon Hertel (31), la blessure initiale peut entraîner deux types de dysfonctionnement dans la cheville, l'instabilité mécanique et l'instabilité fonctionnelle. L'instabilité mécanique est le plus couramment associée à une laxité articulaire pathologique. L'instabilité fonctionnelle est généralement attribuée à des déficits sensorimoteurs, qui accompagnent la blessure ligamentaire. Ces deux dysfonctionnements influencent la récupération de la lésion traumatique aiguë et le développement d'une instabilité chronique de cheville (ICC). Ce dernier terme a été défini de différentes manières mais est décrit le plus souvent à partir de la définition de Delahunt et al. (4) et approuvé par l'IAC (32) comme « un terme englobant, utilisé pour classer un sujet présentant une instabilité fonctionnelle et mécanique de cheville ». Il précise également que pour être réellement considéré comme une ICC, ces symptômes d'instabilité (sentiment d'instabilité, cheville qui « cède » ou « lâche », récurrence d'entorses) doivent persister pendant au moins un an après l'entorse initiale. Par ailleurs 40% des patients développeraient une ICC dans l'année qui suit une première entorse latérale (5). Cette instabilité persistante de la cheville contribue à une invalidité permanente et à un déficit sensorimoteur proprioceptif, associé à une diminution de l'activité physique et de la qualité de vie (1).

De plus, l'entorse latérale aiguë et l'apparition d'une ICC sont clairement corrélées au développement par la suite d'arthrose de cheville. Certains auteurs déclarent que 78% des arthroses de cheville serait de nature post traumatique (6). Certains auteurs (7) ont également souligné que les patients atteints d'arthrose de cheville en phase terminale sont en moyenne plus jeunes que les patients atteints de dégénérescence cartilagineuse au niveau d'autres articulations des membres inférieurs (exemple du genou ou de la hanche). Ils sembleraient également présenter une perte fonctionnelle plus rapide. De plus, il a été démontré que l'arthrose de cheville (en phase terminale) apparaîtrait en moyenne 26 ans après une entorse grave (7). L'âge moyen des patients dans cette étude est de 58,6 ans, ce qui confirme et met

en lumière cette précocité que l'arthrose de cheville a à se développer. Celle-ci est par ailleurs très invalidante pour ces patients, d'autant plus que, contrairement à une hanche, la mise en place d'une prothèse est très difficile dans le cas d'une cheville. Le chirurgien a donc souvent recours à l'arthrodèse.

Au vu de cette cascade évolutive de l'entorse dans le temps, il semble primordial pour le thérapeute d'identifier les facteurs sources de mauvaise évolution afin d'agir le plus rapidement possible sur ces derniers.

2.3 De l'entorse à l'instabilité chronique de cheville (ICC)

Bien que les caractéristiques et la prévalence d'une ICC soient établies, le développement de celle-ci reste, lui, encore assez floue. Trois hypothèses sont émises par l'IAC (1) :

- Sous-estimée et sous-traitée

Comme décrit précédemment il semblerait que l'entorse latérale de cheville soit une pathologie sous-estimée et sous-traitée. Ainsi de nombreux patients ne cherchent pas à obtenir de soins chez un professionnel de santé et estiment que « cela passera » avec du repos et du froid. Comme vu précédemment seulement une personne sur deux viendrait consulter suite à une entorses de cheville (8). Il y a une réelle banalisation de l'entorse de cheville entraînant un mauvais diagnostic, une prise en charge inappropriée et par la suite des complications. Par ailleurs, une récente étude américaine (9) faite part de résultats assez surprenant concernant la prise en charge de l'entorse de cheville. En effet, dans cette étude, seulement 6,8% des patients auraient suivi une rééducation dans les 30 jours suivants leur entorse. Au sein de cette même minorité 94,1% auraient fait des exercices, 52,3% auraient reçu un traitement manuel et 50,2% d'autres modalités. A cela s'ajoute, comme expliqué dans cette même partie, le nombre important de patients ne venant pas consulter à la suite de leur blessure. Nous pouvons ainsi nous permettre de conclure que seulement environ 3% des patients suivent réellement une rééducation dans les trente premiers jours après une entorse.

- Rééducation inadaptée

La rééducation de l'entorse de cheville parait en règle générale soit trop « légère » ou trop « agressive ». De nombreux praticiens se limitent en effet au traitement des symptômes

inflammatoires aiguës et à la restauration de l'amplitude articulaire. Par ailleurs, chez de nombreux sportifs, le retour au sport s'effectue trop prématurément. L'objectif chez cette population est le retour rapide au sport, le praticien se limite donc souvent aux critères de la douleur et de la remise en charge. En pratique, après une entorse de cheville, il a été observé que le temps de latence avant le retour au sport chez des athlètes était d'environ 1 à 3 jours, et ce, quelques soient leur antécédents de blessure (33). Ce constat démontre davantage l'attention insuffisante et le manque de soins que ces blessures reçoivent. Cela est à mettre en parallèle avec les délais théoriques de reprise sportive après une entorse de cheville établies par Malliaropoulos et al. (34). Pour une entorse de grade I, le délai optimal de rééducation serait, selon eux, de 7 jours (+/- 1,6 jour), pour un grade II ce délai serait établi à 15 jours, et jusqu'à 55 jours pour une entorse de stade III (*Annexe 1*). Il y a donc un réel écart entre ces délais théoriques et ce qui est réalisé en pratique clinique.

- Qualités proprioceptives déficitaires

Une troisième théorie pour le développement de l'ICC implique un processus sensorimoteur très déficitaire. Certains chercheurs se sont intéressés aux facteurs de risques intrinsèques à l'entorse de cheville. Parmi les différents facteurs de risque identifiés (comme l'indice de masse corporelle, la force musculaire des releveurs et des éverseurs, le temps de réaction des fibulaires), il semblerait que le sens proprioceptif a une grande responsabilité dans l'apparition d'entorse latérale (11,35). Par la suite il est mentionné dans la littérature que la diminution de précision des signaux proprioceptifs serait responsable ultérieurement du développement de l'instabilité fonctionnelle par la diminution du contrôle postural, la diminution de la force maximale et la prolongation du temps de réaction musculaire responsable de récurrence d'entorse (36,37). Ce déficit proprioceptif pourrait par ailleurs se développer peu de temps après une première entorse (38). Ajouté à cela un manque potentiel de soins adéquats pour l'entorse aiguë, suggéré ci-dessus, on peut comprendre comment une nouvelle blessure et l'ICC peuvent se développer facilement.

Ainsi, lors du traitement de patients atteints d'entorse latérale, les toutes dernières recommandations suggèrent d'identifier les facteurs de risque modifiables tels que le déficit proprioceptif et, si possible, de les inclure dans un programme de prévention et/ou de réadaptation visant à réduire le risque de récurrence (13), le développement d'ICC et ainsi d'éviter cette cascade évolutive de l'entorse vers l'arthrose de cheville.

2.4 La proprioception de cheville

- Le sens proprioceptif

La vocable proprioception fut introduite par Sherrington (1908) (39) lorsqu'il écrivait au début du siècle dernier. Ce terme vient du latin, *proprius* (qui nous appartient) et *receptus* (l'acte de recevoir). La définition de la proprioception a évolué jusqu'à nos jours.

Actuellement le terme de proprioception peut être défini comme la capacité d'un individu à intégrer les signaux sensoriels (mécanorécepteurs) afin de déterminer les positions et les mouvements des segments du corps dans l'espace (12). Les informations ascendantes des muscles (fuseaux musculaires), des tendons (organes de Golgi) et d'autres mécanorécepteurs situés dans la peau, la capsule et les ligaments peuvent être utilisés par le système nerveux central pour construire des mouvements volontaires significatifs ou pour corriger les perturbations (40).

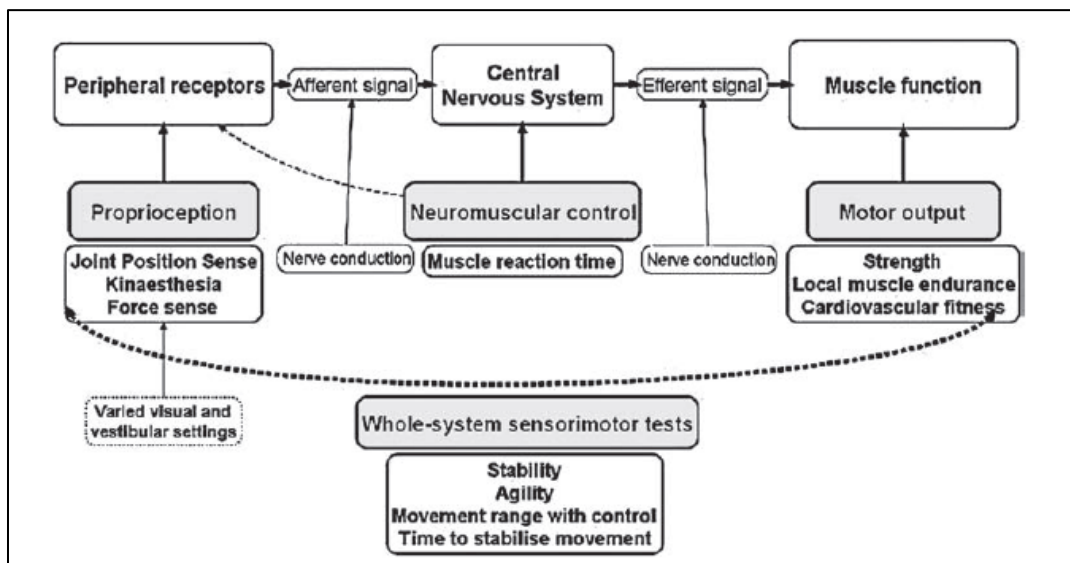


Fig. 5. Le système sensori-moteur (Witchalls et al. 2012)

La proprioception englobe deux aspects du sens proprioceptif, la statesthésie (statique) et la kinesthésie (dynamique). On pense que le sens statique fournit une orientation consciente d'une partie du corps par rapport à une autre, tandis que le sens dynamique facilite un système de rétroaction neuromusculaire lié à la vitesse et à la direction du mouvement (14). Cependant ce terme de proprioception est souvent utilisé à tort dans la littérature et est parfois considéré comme un processus neuromusculaire complexe qui implique à la fois des

signaux afférents et efférents pour maintenir la stabilité et l'orientation pendant les activités. Or il s'agit ici de la définition du système sensori-moteur. Ainsi pour Hertel et al. (31) la proprioception est un phénomène purement afférent à égalité avec d'autres modalités sensorielles. Pour y voir plus clair dans le rôle qu'apporte la proprioception dans la stabilité d'une articulation, le contrôle postural et le contrôle moteur de celle-ci, Witchalls et al. (10) (Figure 5), proposent une version synthétique du système sensorimoteur.

Ainsi, en interaction avec le contrôle neuro-musculaire et la motricité, la proprioception fait partie intégrante du système sensorimoteur.

On comprend ainsi l'impact d'un déficit proprioceptif sur la stabilité articulaire, l'équilibre, le contrôle postural, le temps de réaction musculaire et donc la survenue d'une entorse de la cheville (14).

- Le déficit proprioceptif

Freeman en 1965 (41) est un des premiers chercheurs à émettre l'hypothèse d'un déficit proprioceptif consécutif à l'entorse. Cette hypothèse s'appuie sur le fait que, lors du mécanisme d'entorse, les récepteurs articulaires sont endommagés ou, plus précisément, coupés du système afférent, on parle de « désafférentation ». Ceci aurait comme effet d'altérer les signaux proprioceptifs issus des ligaments et de la capsule articulaire et donc d'augmenter le risque d'apparition d'un traumatisme similaire. Par la suite Konradsen et al. (38) rapportent des grandes erreurs de perception de la position d'inversion de la cheville chez des sujets ayant récemment eu une entorse de la cheville de grade II ou III. La statesthésie a donc été évaluée avec une différence par rapport à la cheville controlatérale de 2,5° à une semaine, 1,9° à trois semaines et à 1,1° à six et douze semaines après l'entorse. Ainsi ce déficit semblerait se développer peu de temps après l'entorse.

Quelques années plus tard, en 2010, Munn et al. (42), à travers une méta-analyse, mettent en évidence un déficit à la fois statesthésique et kinesthésique chez les personnes atteintes d'instabilité fonctionnelle de cheville.

Il est à noter que la présence d'un déficit proprioceptif durant la phase aigüe de l'entorse peut être également à l'origine de la présence de douleur et/ou de gonflement (43). Par ailleurs, la douleur pourrait avoir un impact aussi bien sur la proprioception au niveau périphérique que sur le système nerveux central (SNC). Les thérapies visant à réduire la douleur et les

épanchements (par exemple, les analgésiques, la cryothérapie et la compression) auraient donc théoriquement le potentiel d'améliorer la proprioception (43).

En plus d'un déficit lié au traumatisme, le déficit proprioceptif pourrait avoir une seconde origine. En effet, certains chercheurs (44) se sont intéressés aux effets de l'immobilisation d'une articulation saine sur le versant proprioceptif. Il y aurait selon eux une réorganisation des cartes sensorimotrices du cortex cérébral après seulement 48 heures d'immobilisation. La plasticité cérébrale aurait donc un effet « négatif » sur l'articulation et son contrôle sensorimoteur. Par ailleurs une deuxième étude fait état de cause d'une diminution de l'épaisseur de cortex sensorimoteur après 14 jours d'immobilisation (45). Ainsi l'immobilisation induit rapidement une réorganisation du système sensorimoteur dont le thérapeute doit être conscient.

De ce fait, le déficit proprioceptif est observé chez les patients présentant des antécédents d'entorse de cheville (38,42). Source de récurrence et de mauvaise évolution de celle-ci dans le temps, ce déficit est ainsi considéré comme un facteur de risque modifiable à l'entorse et à la récurrence. Si les recommandations suggèrent d'identifier ce déficit pour établir un programme de réadaptation au vu de diminuer le risque de récurrence (13), il est primordial de mettre en lumière les différents outils d'évaluation afin d'objectiver ce déficit.

- Evaluation de la fonction proprioceptive

Ainsi le praticien, durant l'évaluation clinique de l'entorse, se doit d'être en mesure d'identifier un potentiel déficit proprioceptif afin d'effectuer ultérieurement une rééducation adaptée. Une variété de tests a été identifiée dans la littérature pour objectiver la fonction proprioceptive. Roizenon (43) classe ces tests en deux catégories : les tests dits « non-spécifiques » et les tests « spécifiques ».

- Tests non-spécifiques

Pour évaluer l'acuité proprioceptive, sont utilisés couramment en pratique clinique des tests fonctionnels d'équilibre ou de contrôle postural, comme par exemple le Start Excursion Balance Test (SEBT). Cependant, pour Kondradsen (46), ces tests sont dits non-spécifiques à l'évaluation proprioceptive de la cheville car ils ne permettent ni de cibler le système afférent

proprioceptif parmi le système sensorimoteur, ni d'évaluer spécifiquement l'acuité proprioceptive de l'articulation de la cheville. Ces tests offrent donc uniquement une évaluation globale du membre inférieur. Ainsi les tests dits « non-spécifiques » permettent seulement de fournir une estimation d'un potentiel trouble proprioceptif de cheville mais pas une objectivation exhaustive et précise de celui-ci.

- Tests spécifiques

Il existe cependant des tests dits spécifiques afin d'obtenir une réelle évaluation objective de la proprioception de cheville. Les méthodes spécifiques actuelles de quantification de la proprioception impliquent principalement la mesure de la kinesthésie (capacité à détecter le mouvement) et le sens de la position articulaire (statesthésie). Pour ce dernier on utilise dans la littérature anglophone le terme de « joint position sense » (JPS). Ce test est l'un des tests les plus largement utilisés. En effet ce test de perception de la position s'est avéré être très fiable dans l'évaluation de la fonction proprioceptive de la cheville. Le système afférent est ainsi évalué en déterminant l'erreur associée à la reproduction active ou passive d'un angle articulaire (47,48).

Trois principales techniques afin d'évaluer le JPS sont décrites ici (Fig. 6) : le seuil de détection du mouvement passif (TTDPM), la reproduction de la position articulaire (JPR) et l'évaluation de la discrimination du degré de mouvement actif (AMEDA)(12). Certains auteurs considèrent le test de sens de la force comme un test spécifique à la proprioception (43), cependant il n'a été montré aucune corrélation avec l'évaluation du sens de la position (JPS)(49).

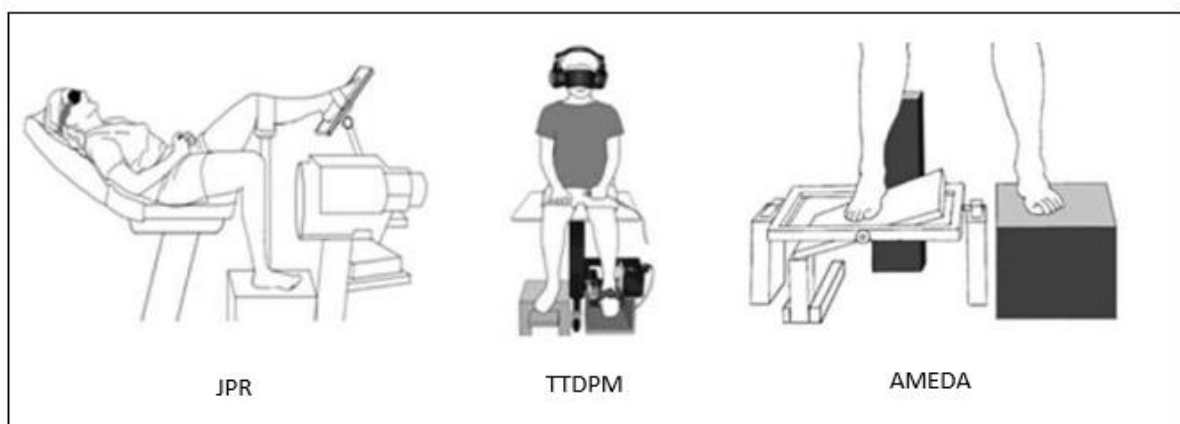


Figure 6. Tests spécifiques d'évaluation proprioceptive (Han et al. 2016)

2.5 Rééducation proprioceptive

Au vu de l'enjeu que représente la prise en charge d'une première entorse de cheville en termes de santé publique, la rééducation de l'entorse par le praticien se doit être optimale. Cela passe notamment par l'amélioration du versant proprioceptif de la cheville. En effet, cela paraît primordiale pour restaurer le système sensorimoteur afin d'améliorer le contrôle postural, le contrôle moteur, l'équilibre et la stabilité de l'articulation. Tout ceci ayant pour finalité la diminution du taux de récurrence de cette blessure.

Étant donné que des informations proprioceptives appropriées constituent une partie importante du système sensorimoteur, on peut envisager de restaurer la proprioception compromise pour améliorer la stabilité de la cheville et les autres potentiels déficits fonctionnels. Afin d'améliorer la proprioception de la cheville, il est essentiel d'accroître la sensibilité des mécanorécepteurs (21).

Postle et al. (14), à travers une méta-analyse publiée en 2012, cherchent à évaluer l'efficacité des exercices dits « proprioceptifs » dans la rééducation d'une entorse de cheville. Selon eux, ces exercices pourraient réduire l'instabilité subjective et améliorer les résultats fonctionnels lorsqu'ils sont inclus dans la rééducation de l'entorse de cheville. Cependant il n'a été démontré aucun avantage sur le gonflement, l'équilibre, le sens de la position articulaire (JPS) ou bien le taux de récurrence. Au sein de cette étude, la perception du sens de la position est évaluée par seulement trois essais contrôlés randomisés (50–52). Par ailleurs le traitement proprioceptif évalué au sein de ces essais cliniques met davantage l'accent sur le travail d'équilibre sur plan instable de type « wobble board » ou plateau de Freeman.

Quelques années plus tard, une seconde méta-analyse réalisée en 2015 par Schiftan et al. (53) s'intéresse à l'action prophylactique de la rééducation proprioceptive de la cheville en tant que prévention primaire et secondaire dans la population sportive. Malgré l'absence de résultat significatif pour la prévention primaire, la rééducation proprioceptive révèle être d'un réel intérêt dans la diminution de récurrence de l'entorse (prévention secondaire).

Nous pouvons en conclure suite à ces deux études que le traitement dit « proprioceptif » semble présenter des avantages dans la prise en charge de l'entorse de cheville, c'est-à-dire une amélioration de la stabilité subjective du patient et une diminution du taux de récurrence.

Cependant il n'est en aucun cas démontré un gain dans la perception du sens de la position articulaire (JPS) chez les sujets, c'est-à-dire la proprioception elle-même.

Les prises en charge proprioceptives dans ces deux méta-analyses comprenaient principalement des exercices d'équilibre sur plan instable de type disque « wooble board » ou plateau de Freeman. Cela pose donc question quant à l'intérêt même de ces exercices dits « proprioceptifs » dans la volonté même d'améliorer les qualités proprioceptives du patient.

A cette même période une étude, menée en 2012 par Kiers et al. (15), en arrive à une conclusion choc devenue le titre de leur article : « *La proprioception de cheville n'est pas ciblée par les exercices sur surface instable* ». Deux notions sont selon eux trop souvent confondues à tort : l'équilibration sur plan instable et la stimulation proprioceptive de la cheville. Les auteurs pour en arriver à cette conclusion ont utilisé la vibration tendineuse pour stimuler la proprioception des fuseaux musculaires du triceps sural et des muscles paraspinaux de la région lombaire sur des sujets positionnés sur un plan instable et stable. Ainsi la vibration tendineuse peut être utilisée comme une sonde pour évaluer l'utilisation d'information proprioceptive spécifique dans une condition donnée. Plus l'équilibre du sujet est perturbé, plus les informations proprioceptives ciblées par la vibration sont utilisées. Ainsi l'utilisation des deux sources proprioceptives est quantifiée par l'évaluation de la vitesse de déplacement du centre de pression. Les résultats montrent que lorsque le sujet est placé sur une mousse, la vibration tendineuse du triceps sural entraîne une vitesse de déplacement du centre de pression significativement inférieure à celle obtenue sur un plan stable. A la vibration des muscles paraspinaux la vitesse de déplacement du centre de pression est significativement plus importante sur plan instable que sur plan stable. Ainsi sur plan stable le SNC a d'avantage recours aux informations proprioceptives de la cheville alors qu'à l'inverse, sur plan instable, le SNC utilise principalement les informations proprioceptives de la région lombaire. Ces résultats ont d'ailleurs été récemment confirmés par le biais d'une étude descriptive de Lubetzky et al. (54). Réalisée en laboratoire, cette étude suit une méthode semblable à celle de Kiers et al. (15).

Ainsi le travail d'équilibre sur plan instable multidirectionnel dans l'objectif d'améliorer la proprioception de cheville ne s'avère pas optimal malgré les vertus intéressantes qu'il possède sur la fonction même de la cheville. Premièrement il semblerait que ce type d'exercice ne cible pas spécifiquement le travail au niveau de l'articulation même de la cheville, deuxièmement,

au sein du système sensorimoteur il paraîtrait que ces exercices offrent un plus grand intérêt dans la stimulation du versant moteur que celle du versant proprioceptif (55). En pratique clinique, il est à noter que ces exercices sont majoritairement utilisés pour soi-disant travailler la « proprioception » (15).

Suite à ces articles scientifiques il semblerait que le lien entre l'amélioration de la fonction proprioceptive et les exercices d'équilibration sur plan instable ne semble pas réellement clair. Ainsi actuellement nous pouvons en déduire que la prise en charge proprioceptive de la cheville est loin d'être optimale.

Pour conclure, au vu de la littérature et des dernières recommandations, le traitement proprioceptif révèle être d'un intérêt certain dans la prise en charge d'une entorse de cheville. Cependant la mise en place pratique de ce versant de la rééducation reste encore floue. Kiers et al. (15) en concluent d'ailleurs dans leurs articles que la prise en charge proprioceptive devrait être reconsidérée afin de la rendre plus optimale.

3 Problématique et question de recherche

D'une part l'entorse de cheville est présentée par les études épidémiologiques comme l'atteinte musculo squelettique la plus fréquente avec un taux de récurrence important (1).

D'autres part, il est montré que ce dernier taux est la conséquence d'un déficit proprioceptif de cheville rapidement présent à la suite d'une première blessure (5,36) pouvant perdurer sur plusieurs années et être responsable d'une mauvaise évolution de l'entorse dans le temps (1,42). Or au vu de la littérature il semblerait qu'à l'heure actuelle, la rééducation du versant proprioceptif dont le travail d'équilibre sur plan instable soit inefficace dans l'amélioration de la proprioception de cheville (14,15). Il apparaît donc clairement indispensable d'optimiser la rééducation proprioceptive de cheville.

Ainsi au travers d'une revue de la littérature nous tenterons de répondre à cette interrogation qui est :

Par quels moyens le thérapeute peut-il améliorer la fonction proprioceptive d'une cheville suite à une entorse latérale ?

4 Matériel et méthodes

4.1 Stratégies de recherche

Dans l'objectif de répondre à la problématique, une analyse systématique de la littérature a été réalisée. Une recherche documentaire informatisée a été effectuée en décembre 2018 à l'aide de trois bases de données :

- PUBMED, principal moteur de recherche biomédicale, développé par le National Center for Biotechnology Information (NCBI)
- Science Direct, moteur de recherche réunissant les publications scientifiques publiées par Elsevier Masson
- PEDro, qui répertorie les données de l'Evidence Based Practice ciblées pour la kinésithérapie/physiothérapie

Tableau I : Critères PICO

PICO	Inclusion	Exclusion
Population	Patients présentant une entorse latérale de cheville et/ou ICC	Patients sains ou présentant une autre pathologie associée à l'entorse
Intervention	Intervention à visée proprioceptive	Autres interventions non praticables par un MK
Comparateur	Groupe témoin ou d'autres exercices	
Outcome (évènement mesuré)	Sens de la position (statesthésie) et/ou du mouvement (kinesthésie) articulaire de cheville par des tests « spécifiques »	Autres outcomes, dont le sens de la force et l'utilisation de tests « non spécifiques » à l'évaluation proprioceptive

Les termes de recherche ont été développés afin d'identifier les moyens de rééducation permettant l'amélioration de l'acuité proprioceptive de cheville suite à une entorse latérale.

Le modèle « Patient, Intervention, Comparateur, Outcome » (PICO) (Tableau I), pour orienter les recherches, nous a permis de détailler les critères d'inclusion et d'exclusion. Dans la

stratégie de recherche ce modèle permet également de sélectionner au mieux les mots clés (Tableau II) afin de formuler une équation de recherche adaptée et pertinente permettant d'interroger au mieux les bases de données. Les termes de recherche et les opérateurs booléens utilisés sur les différentes bases de données sont présentés dans un tableau (Tableau III).

Afin d'éviter le silence scientifique, nous ne tenons pas compte du comparateur ni de l'« outcome » dans nos équations de recherche.

Tableau II : Mots clés

Entorse de cheville	ankle sprain OR ankle injuries OR ankle ligament injury
Traitement proprioceptif	(proprioception OR position sense) AND (rehabilitation OR exercise OR therapy OR stimulation OR treatment)

La base de données documentaire PEDro par rapport aux deux autres bases n'utilise pas le même langage. En effet les opérateurs booléens et les parenthèses ne sont pas reconnus et sont considérées comme des erreurs (56). PubMed et Science Direct utilisent, eux, un langage commun. Cependant nous avons adapté l'équation de recherche utilisée sur la base de données Science Direct afin de limiter le « bruit » littéraire.

Tableau III : Equations de recherche

Pubmed	("ankle sprain" OR "ankle injuries" OR "ankle ligament injury") AND (proprioception OR "position sense") AND (rehabilitation OR exercise OR therapy OR stimulation OR treatment)
PEDro	ankle proprioception
Science direct	"ankle sprain" AND (proprioception OR "position sense") AND (rehabilitation OR exercise)

4.2 Critères d'éligibilité

Tous les articles scientifiques évaluant les qualités proprioceptives kinesthésiques ou statesthésiques de la cheville après un traitement proprioceptif d'un patient avec antécédent d'entorse ont été inclus.

Les participants ayant subi une entorse latérale aiguë ou chronique étaient admissibles. Les premières blessures ou blessures récidivantes chez les participantes étaient incluses. Les études étaient exclues si elles recrutait des participants après chirurgie de la cheville. Les participants masculins et féminins et les populations sportives et non sportives ont été inclus pour permettre la généralisation des résultats à différentes populations.

Les études publiées dans les langues autres que l'anglais et le français ont été exclues pour assurer des interprétations complètes.

Dans la volonté de réaliser une actualisation de la littérature depuis les travaux de Postle et al. en 2012 (14), seules les études datant de moins de cinq ans étaient incluses. Toutes sources autres que des articles scientifiques ont été exclues telles que les ouvrages, chapitres de livre, etc... car difficilement comparables d'un point de vue méthodologique. Pour cette même raison toutes publications scientifiques autres qu'un essai contrôlé randomisé étaient exclues. En effet, ce type de design est le plus adapté dans l'évaluation de l'efficacité d'un traitement. Par ailleurs l'essai contrôlé randomisé présente le plus haut niveau de preuve parmi les études individuelles selon le National Health and Medical Research Council d'Australie (57).

L'article se devait d'être publié dans son intégralité afin que la qualité méthodologique de l'étude puisse être évaluée. Ainsi les résumés des posters et des conférences ont été jugés insuffisants, également en raison de leur limite d'informations.

Seuls les outils de mesure spécifiques à l'évaluation proprioceptive évaluant les qualités statesthésiques ou kinesthésiques via des tests spécifiques ont été inclus. Seul le test du sens de la force a été exclu au vu de sa non corrélation, d'après la littérature, avec les tests validés évaluant le sens de la position articulaire (JPS)(49).

5 Résultats et analyse des résultats

5.1 Résultats de recherche

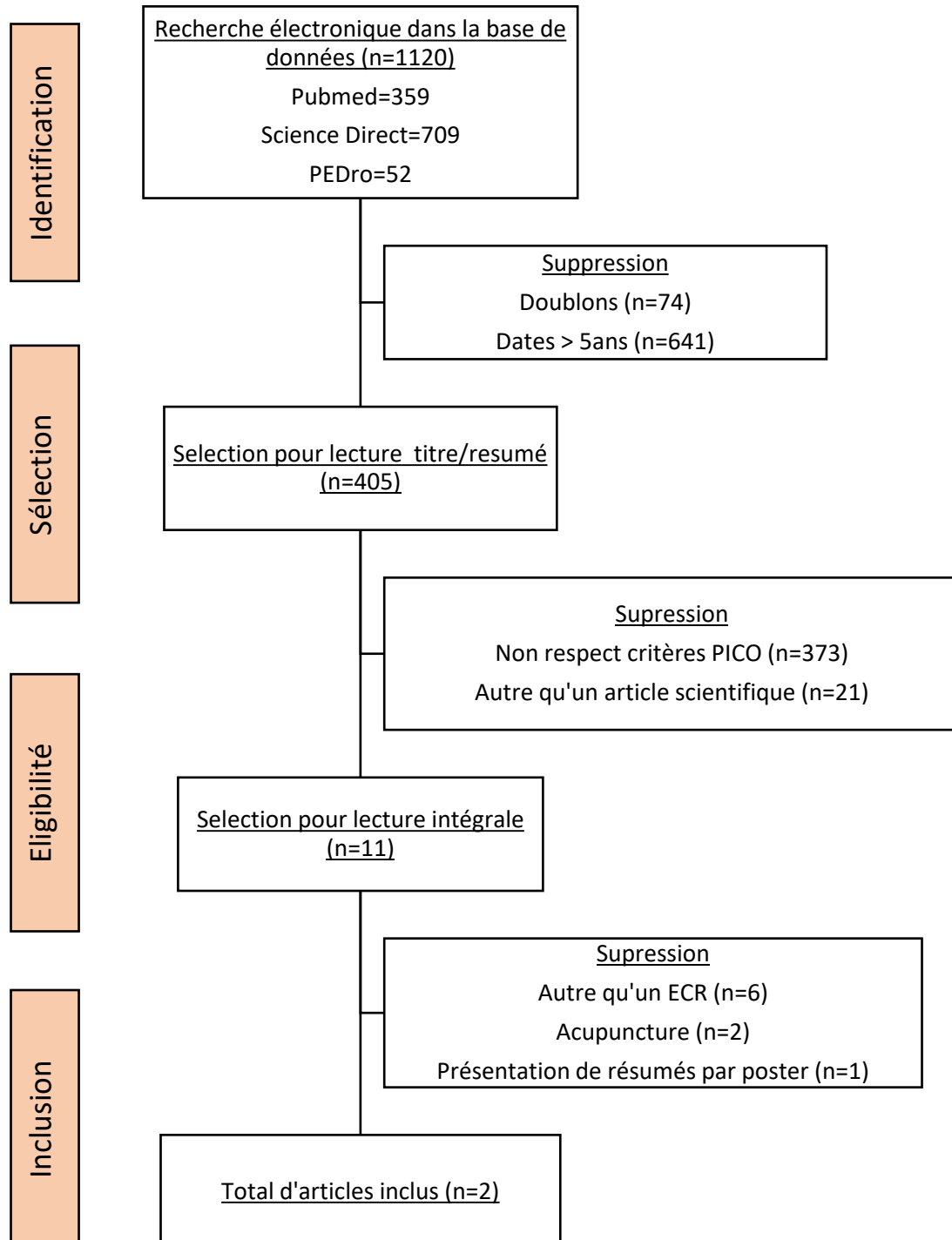


Figure 7. Diagramme de flux PRISMA

A partir de notre stratégie de recherche et après avoir interrogé les différentes bases de données informatiques, nous avons pu identifier 1120 sources. Un résumé des résultats de recherche est présenté par un diagramme de flux (Fig.7).

Après avoir supprimé les doublons (n= 74), exclus les articles datant de plus de cinq ans (n=641), examiné les titres, les résumés et éventuellement les textes intégraux, deux études étaient éligibles et incluses dans la revue. Ces deux essais contrôlés randomisés (58,59) ont été publiés entre 2013 et 2018.

5.2 Evaluation de la qualité méthodologique

5.2.1 Niveau de preuve

Le niveau de preuve de ces deux études est identifié via le barème établi par le National Health and Medical Research Council d'Australie (57). Un niveau de preuve II leurs aient attribué. Parmi les études individuelles le design des études contrôlés randomisés présente le plus fort niveau de preuve.

Tableau IV : Hiérarchie du niveau de preuve (54)

Niveau de preuve	Étude du design
I	Données obtenues à partir d'une revue systématique de tous les essais contrôlés randomisés pertinents
II	Éléments de preuve obtenus dans au moins un essai contrôlé randomisé bien conçu
III-1	Données probantes provenant d'essais contrôlés pseudo-randomisés bien conçus (allocation de remplacement ou autre méthode)
III-2	Données probantes provenant d'études comparatives (y compris des revues systématiques de telles études) avec contrôles et affectations simultanés non randomisés, études de cohorte, études cas-témoins ou séries chronologiques interrompues avec un groupe témoin
III-3	Données obtenues à partir d'études comparatives avec contrôle historique, de deux ou plusieurs études sur un seul bras ou de séries chronologiques interrompues sans groupe témoin parallèle
IV	Éléments de preuve obtenus à partir de séries de cas, post-test ou pré-test / post-test

5.2.2 Rigueur méthodologique

Les deux articles scientifiques se sont vu attribuer un score PEDro. Cette grille, spécifiquement établie pour l'évaluation des essais contrôlés randomisés permet d'identifier rapidement les publications dont la méthodologie est suffisamment robuste, pour que leurs résultats soient interprétables. Ainsi le score obtenu est compris entre 0 et 10 points (56).

Un score compris entre 6-10 témoigne d'un haut niveau de qualité méthodologique, entre 4-6 d'un niveau modéré et inférieur à 4 d'un niveau faible (60).

Ces deux études obtiennent toutes deux un score PEDro de 4/10. Leur rigueur méthodologique est donc d'un niveau modéré. L'évaluation détaillée des scores PEDro pour ces deux études est reporté en annexe (*Annexe 2*).

5.3 Caractéristiques des études sélectionnées

Les principales caractéristiques des études incluses, dans cette revue de la littérature, sont résumées dans le tableau ci-dessous (Tableau V) et détaillées en annexes (*Annexes 3 et 4*).

Tableau V : Caractéristiques des études

Auteur	Date	Type de revue	Niveau de preuve (NHMRC)	Score PEDro	Population	Objectif	Outcome
Lee et al.	2013	Essai contrôlé randomisé	II	4/10	41 athlètes possédant une ICC	Etudier l'effet d'orthèses plantaires associé à des exercices rééducatif de cheville sur le versant proprioceptif	Sens de la position avec un appareil d'isocinéisme
Ha et al.	2018	Essai contrôlé randomisé	II	4/10	30 participants avec IFC	Étudier l'effet d'exercices de renforcement musculaire de cheville associé à des exercices d'équilibre sur le sens proprioceptif	Sens de la position avec un inclinomètre numérique double

5.3.1 Population

Au total, 71 participants ont été inclus dans les deux études dont 49 hommes et 22 femmes avec pour âge moyen 20,8 ans.

Les sujets étudiés dans l'étude de Lee and al. (58) présentaient tous une instabilité chronique de cheville tandis que les participants à l'étude de Ha et al. (59) présentaient, eux, une instabilité fonctionnelle de cheville (IFC).

En ce qui concerne la pratique sportive seul Lee et al. (58) ont tenu à réaliser leur étude sur des sujets sportifs. Parmi eux, certains pratiquent le football (n=36), le volley-ball (n=3), le tennis (n=1) et d'autre le judo (n=1).

Tableau VI : Caractéristiques de la population

Article	Nombre			Age moyen	Caractéristique
	Total	Homme	Femme		
Lee et al. 2013	41	41	0	21,7	ICC
Ha et al. 2018	30	8	22	20	IFC

5.3.2 Intervention

Chaque étude comprenait un traitement à visé proprioceptif. Cependant il y a une certaine variété dans les types d'interventions étudiés. Ces derniers sont présentés et détaillés dans le tableau VII.

Ainsi, Lee et al. (58) ont étudiés l'application d'une orthèse plantaire durant un programme d'exercices actifs. Les exercices de rééducation comprenaient un entraînement à l'équilibre et des exercices de contrôle neuromusculaire. Dès la première semaine, des exercices de mobilisation, ainsi qu'un entraînement à l'équilibre (sur une planche et un trampoline) et au renforcement musculaire ont été réalisés. Au cours de la dernière partie du programme, des exercices de pliométrie et d'agilité ont été ajoutés aux exercices de rééducation. Le groupe contrôle suivait le même programme de rééducation mais sans utilisation d'orthèse plantaire.

Ha et al. (59) évaluent l'impact d'un programme d'exercice actif bipodal et unipodal de renforcement musculaire et d'équilibre sur plan stable et instable (wobble board) sur le sens proprioceptif.

La fréquence et la durée d'intervention diffèrent dans les deux études. Les traitements évalués varient d'un programme de quatre semaines comprenant des séances d'une heure, trois fois par semaine à un programme comprenant seulement une séance de 40 min (Tableau VII).

Tableau VII : Caractéristiques de l'intervention

Article	Intervention			
	Intervention	Fréquence	Durée	Contrôle
Lee et al. 2013	Utilisation d'une orthèse plantaire + Exercice d'équilibre, de contrôle neuromusculaire, exercice isométrique et renforcement sur plan instable	1h/j 3 fois/semaine	4 semaines	Même exercice sans l'utilisation d'orthèse plantaire
Ha et al. 2018	Programme d'exercices comprenant du renforcement musculaire et du travail d'équilibre	Une seule séance de 40min	40min	Exercices d'étirement

5.3.3 Paramètres mesurés

L'ensemble des travaux ont utilisé des tests de repositionnement articulaire (JPS) afin d'évaluer les qualités proprioceptives des participants. Ces deux études se sont intéressées à l'évaluation statosthésique de la proprioception, c'est-à-dire la discrimination du sens de la position. Ces tests ont été effectués passivement dans l'étude de Lee et al. (58), à l'inverse ils sont effectués de manière active par Ha et al. (59). Les protocoles d'évaluations sont détaillés pour chaque étude en annexes (*Annexes 3 et 4*).

L'outil de mesures différait selon les études. Un appareil isocinétique de type Cybex est utilisé par Lee et al. (58) pour quantifier le sens de position lors des mouvements passifs d'inversion et d'éversion, tandis que Ha et al. (59) utilisent un inclinomètre numérique double pour évaluer la proprioception en flexion dorsal et flexion plantaire de cheville (Tableau VIII).

Tableau VIII : Outils de mesure et résultats

Articles	JPS	Matériel	Mouvements	Résultats
Lee et al. 2013	JPR Passif	Appareil isocinétique CYBEX 770	Inversion/Eversion	<u>GE (post-pré)</u> : Amélioration non significative de $-1,07^\circ$ ($p > 0,005$) en moyenne du groupe expérimental. <u>GE vs GC (pré-post)</u> : sans différence significative avec le groupe contrôle ($p > 0,005$).
Ha et al. 2018	JPR Actif	Inclinomètre numérique double	Flexion dorsal/Flexion plantaire	<u>GE (post-pré)</u> : Amélioration significative en moyenne de $-2,45^\circ$ ($p < 0,005$) du groupe expérimental. <u>GE vs GC (pré-post)</u> : différence significative en faveur du GE ($-3,06$)($p < 0,005$).

NB : GE=groupe expérimental ; GC= groupe contrôle

5.4 Principaux résultats

A la suite de ces deux interventions, il semblerait que la proprioception se soit améliorée chez les participants au sein des deux groupes expérimentaux (Tableau VIII). Suite à l'utilisation de l'orthèse plantaire en rééducation (58), il est objectivé une amélioration moyenne des mouvements d'inversion et d'éversion de $-1,07^\circ$. Cependant cette amélioration ne se révèle pas significative. En parallèle, le travail de renforcement sur plan instable étudié par Ha et al. (59) rapporte un gain en proprioception élevé d'environ $-2,45^\circ$ pour les mouvements de flexion plantaire et dorsal de cheville. Ainsi les degrés d'erreur des angles de dorsiflexion et de flexion plantaire ont diminué dans le groupe expérimental et ont même augmenté dans le groupe témoin. Seule cette dernière étude présente une amélioration significative au sein du groupe expérimental et une différence significative entre le groupe expérimental et le groupe contrôle en faveur du groupe expérimental.

Ainsi seuls les travaux de Ha al. (59) semblent réellement bénéfiques dans la rééducation proprioceptive chez les patients ayant présenté une entorse de cheville.

6 Discussion

Le sens proprioceptif joue un rôle important dans le contrôle des mouvements et le maintien de la stabilité articulaire de cheville (10). Or un déficit du sens de la position est observé chez les patients ayant présentés une entorse de cheville (36,37). Source de récurrence et de mauvaise évolution de celle-ci dans le temps, ce déficit est ainsi considéré comme un facteur de risque modifiable à l'entorse (10,11). Par ailleurs, récemment, la littérature recommande dans la prise en charge des entorses de cheville un traitement dit proprioceptif (13).

Cependant l'amélioration du sens proprioceptif par la thérapie n'a pas été réellement établie. Suite à une méta analyse faisant état de cause de l'inefficacité d'exercices proprioceptif dans l'amélioration de la perception du sens de la position (14), nous avons tenté par l'intermédiaire d'une revue de la littérature de mettre en lumière les moyens de rééducation permettant le gain en proprioception de cheville depuis cette dernière publication.

Au terme d'une recherche littéraire, seulement deux essais contrôlés randomisés pouvant potentiellement répondre à notre question ont été inclus (58,59). Parmi ces travaux, seule l'étude de Ha et al. (59) a rapporté des valeurs significatives au bénéfice du traitement proprioceptif sur le repositionnement articulaire. Ainsi il semblerait qu'un programme de renforcement sur plan instable permette l'amélioration du sens de la position de la cheville. A l'inverse, l'utilisation d'une orthèse plantaire étudiée par Lee et al. (58), dans l'objectif d'un gain proprioceptif par la stimulation des mécanorécepteurs cutanés, n'a rapporté aucun avantage significatif dans la perception de la position articulaire de la cheville. Cependant au vu des limites identifiées et détaillées de cette revue de la littérature, la prudence s'impose dans l'interprétation de ces résultats.

6.1 Analyse et limites des articles inclus

6.1.1 Méthode

Le niveau de preuve et la rigueur méthodologique des articles inclus ont été évalué dans cette revue. Cette évaluation permet de prendre conscience de la qualité et de la fiabilité des publications. Cela est indispensable et à prendre en compte par la suite dans l'analyse et l'interprétation des résultats.

Au vu de leur design ces deux études présentent, comme vu précédemment, un niveau de preuve assez élevé (II) via le barème établi par le National Health and Medical Research Council d'Australie (57). Parmi les études individuelles, les essais contrôlés randomisés présentent le niveau de preuve le plus élevé, ce qui justifie le fait que nous ayons exclu tous les autres types d'études individuelles.

Par la suite nous avons quantifié la qualité méthodologique de ces articles via le score PEDro. Ainsi, ces deux essais contrôlés randomisés présentent tous deux un score PEDro à 4 (*Annexe 2*), ce qui signifie une rigueur méthodologique dite « modérée ». Même si nous ne parlons pas ici de « faible » rigueur méthodologique comprenant seulement les articles inférieurs à 4, nous sommes cependant loin des articles de haute qualité (supérieurs à 6). Cela est donc à prendre en compte dans l'analyse de ces publications qui par leur score perdent en fiabilité scientifique. Cette faible rigueur méthodologique peut s'expliquer par la présence de nombreux biais.

Ces derniers ont été identifiés à l'aide de l'outil d'évaluation du risque de biais établies par la Cochrane (61). Premièrement, ces deux essais présentent une forme de biais de sélection. Bien qu'une randomisation des sujets ait été effectuée, cette dernière n'a pas été dissimulée. Ce biais aurait pu être évité par l'utilisation d'enveloppes scellées ou par l'utilisation d'un système de randomisation central ou par blocs. Deuxièmement, aucun des deux essais n'a été réalisé en « aveugle », que ce soit au niveau des participants à l'étude, du thérapeute ou encore de l'évaluateur. Ce qui signifie que ces différents acteurs étaient en capacité de connaître dans quel groupes les sujets avaient été assignés. Cela représente un réel biais qui a comme conséquence un potentiel impact sur la motivation des participants, les encouragements du thérapeute, la prise de mesure effectuée par l'examineur et les préjugés éventuels sur le traitement. Ainsi nous utilisons ici le terme de biais de détection. De plus à la lecture de ces deux articles il n'est en aucun cas mentionné explicitement le suivi des participants. Or d'après le score PEDro les mesures doivent être obtenues pour au moins 85% des participants présents à l'état initial dans les groupes, pour au moins un des critères principaux évalués. Ce critère permet de diminuer le risque de biais de migration (diminution de l'effectif des participants au fil de l'intervention pouvant impacter le résultat final).

Ainsi même si leur design leur permet d'être considérés comme des études à niveau de preuve élevé, ces deux essais contrôlés randomisés manquent cependant de rigueur méthodologique, ce qui oblige la prudence dans l'interprétation des résultats.

6.1.2 Population

Au sein des deux études incluses, l'échantillon de la population étudié est relativement faible. Le nombre de sujets varie de 30 à 41 sujets. De plus il est à prendre en compte le caractère jeune des participants avec un âge moyen compris entre 20 à 21,7 ans. Cet âge moyen correspond à la tranche d'âge de la population possédant les meilleures qualités proprioceptives. En effet, selon la littérature, les personnes entre 20 et 30 ans présenteraient le plus faible angle d'erreur sur les tests de repositionnement articulaire (62). Cependant cela rend difficile la transposition des résultats au sein de la population générale. Bien que la typologie de la population soit relativement similaire sur ces deux premiers points, d'autres caractéristiques rendent à l'inverse la comparaison difficile et montrent au contraire une certaine hétérogénéité de la population dans ces deux essais contrôlés randomisés. Ces deux études diffèrent au regard du caractère sexué, de la pratique sportive et du type d'entorse présente chez les sujets. En effet, les travaux Ha et al. (59) ciblent une population sportive composée exclusivement d'hommes présentant tous une instabilité chronique de cheville. A l'inverse Lee et al. (58) étudient une population composée majoritairement de femmes (22 femmes pour 8 hommes) présentant une instabilité cette fois-ci seulement fonctionnelle.

Nous pouvons noter la présence, dans ces deux échantillons, de sous-groupes de la population générale les plus à risques d'entorse rapportés par la littérature, c'est-à-dire, les femmes, les sportifs et les antécédents d'entorse de cheville (2). Bien que la typologie de la population soit semblable au vu de l'âge et du nombre de participants, ces deux échantillons restent cependant relativement hétérogènes au regard du sexe des sujets, du caractère sportif et du type d'entorse. Cette hétérogénéité rend difficile la comparaison des résultats et la généralisation de ces derniers au grand public.

6.1.3 Traitement proprioceptif

Ces deux études diffèrent dans le type de traitement étudié. Lee et al. (58) dans leur essai clinique partent de l'hypothèse que la stimulation de mécanorécepteurs cutanés durant des exercices actifs pourrait avoir un impact positif sur les qualités proprioceptives des sujets. La stimulation sensorielle est effectuée via l'utilisation d'orthèse plantaire durant la rééducation active de l'entorse. En parallèle, Ha et al. (59) évaluent l'effet d'exercices en charge de renforcement et d'équilibre sur l'acuité proprioceptive. La durée du traitement évalué de ce dernier est de 40 minutes. Cette durée peut nous paraître relativement faible afin d'évaluer l'efficacité d'un traitement proprioceptif d'entorse de cheville. En effet nous pouvons estimer que ce temps d'intervention n'est pas très représentatif de la durée de prise en charge rééducative de l'entorse de cheville et nous pose question quant à l'efficacité d'un tel traitement sur le long terme. La prise en charge proposée par Lee et al. (58), elle, est effectuée sur une durée relativement plus longue (trois séances d'une heure par semaines sur une durée d'un mois) permettant des résultats facilement transposables en termes de durée et de fréquence à la prise en charge masso-kinesthésique de l'entorse de cheville.

Par ailleurs, Ha et al. (59) dans leurs travaux mettent l'accent à la fois sur le travail d'équilibre et le travail de renforcement. Or cela rend difficile l'interprétation des résultats. En effet cela ne nous permet pas de rendre compte sur quelle modalité l'intervention est-elle bénéfique à la proprioception. Cela peut être dû au travail d'équilibre, au travail de renforcement ou bien à la combinaison des deux.

Ainsi au vu des différences relativement importantes entre ces deux interventions, il paraît difficile la comparaison des résultats de ces deux essais.

6.1.4 Paramètres mesurés

Ces deux travaux ont évalué l'acuité proprioceptive statesthésique des sujets via les tests de repositionnement articulaire (JPR). Les tests ont été réalisés de manière active par Ha et al. (59) alors que Lee et al. (58) ont réalisé les tests passivement. L'élément qui diffère également dans l'évaluation des qualités proprioceptives est l'outil de mesure utilisé. Si Lee et al. (58) utilisent un appareil isocinétique (Cybex 770), Ha et al. (59) évaluent le repositionnement articulaire via un inclinomètre numérique double. Bien qu'il soit montré dans la littérature sa validité dans l'évaluation articulaire du rachis thoracique (63), il n'en est rien dans l'évaluation

articulaire et proprioceptive de la cheville. Nous pouvons également nous poser la question quant à l'effet « opérateur dépendant » de ce type d'outils et de sa fiabilité d'évaluation.

De plus entre ces deux articles le test de repositionnement articulaire ne cible pas les mêmes mouvements articulaires de chevilles. Ha et al. (59) évaluent l'acuité proprioceptive de cheville durant les mouvements de flexion plantaire et dorsal tandis que Lee et al. (58), ciblent les mouvements d'inversion et d'éversion de cheville. Comme expliqué précédemment l'inversion est une combinaison de trois mouvements comprenant la flexion plantaire, l'adduction et la supination. Ce mouvement global paraît donc plus représentatif de la proprioception de la cheville et est d'autant plus intéressant qu'il se rapproche du mécanisme lésionnel de l'entorse de cheville.

6.1.5 Résultats proprioceptifs

Au terme de cette recherche littéraire, seuls les travaux de Ha et al. (59) présentent des résultats significatifs d'amélioration du sens de la position suite à un traitement proprioceptif. Ce dernier orienté vers le travail en charge de renforcement et d'équilibre permettrait une diminution de l'erreur de repositionnement de la cheville d'un angle de 2,45° en moyenne. Or face à ce résultat nous sommes en droit de nous poser la question quant à la taille d'effet de ce type de traitement et de l'intérêt de l'utilisation de ce type de programme rééducatif en pratique clinique. Ainsi pour rendre compte de la pertinence clinique de l'intervention, il nous faudrait identifier l'effet clinique minimal. Or il semblerait qu'il y ait un manque dans la littérature concernant la notion d'effet clinique minimal sur le versant proprioceptif de cheville. Cependant, Munn et al. (42) à travers une méta-analyse objective chez des sujets présentant une instabilité fonctionnelle de cheville un déficit moyen du sens de la position de 0,7° en passif et 0,6° en actif. Par ailleurs Konradsen (38), pour une entorse aigüe, rapporte un déficit statesthésique de 2,5° à une semaine, 1,9° à trois semaines et à 1,1° à six et douze semaines après l'entorse, par rapport à la cheville controlatérale. Ainsi au regard des données rapportées par ces deux études, une amélioration de repositionnement de 2,45° objectivé par Ha et al. (59) dans leur essai paraît très pertinent d'un point de vue clinique. Cette étude semble offrir une taille d'effet intéressante. Par ailleurs ce type d'intervention s'avère présenter plus de bénéfices que de risques et un coût moindre par rapport à l'efficacité du traitement.

Bien que la faible qualité de cette étude incluse impose la prudence dans l'interprétation des résultats, au regard de ces données, le thérapeute est en droit de mettre en place ce type d'intervention en pratique clinique.

6.2 Limite de la revue

Après avoir analysé les articles inclus et identifié certains biais, il est clair que notre revue de la littérature présente également des limites. Au terme de cette recherche littéraire, le nombre final de publications incluses peut paraître relativement faible. En effet il s'agit de deux essais contrôlés randomisés présentant une rigueur méthodologique relativement « modérée » pour pouvoir interpréter convenablement les résultats. Face à ce constat nous pouvons émettre deux hypothèses. Premièrement, il est fort probable que notre recherche littéraire ait pu manquer de rigueur méthodologique. Deuxièmement, il se peut qu'il y ait un manque dans la littérature rendant difficile la réponse à notre question de recherche.

6.2.1 Méthode de recherche

- Base de données

Comme recommandé par l'outil d'évaluation de la qualité méthodologique des revues (AMSTAR), nous avons utilisé trois bases de données afin d'interroger la littérature, deux bases de données documentaires spécialisées dans la science (Pubmed et Science Direct) et une spécialisée en physiothérapie (PEDro). Nous aurions pu cependant avoir recours à des bases supplémentaires comme Google scholar, la Cochrane, Lissa, ou encore Sudoc pour éviter d'exclure des articles scientifiques pertinents dans la réponse à notre problématique.

- Equation de recherche

Nous avons utilisé une équation de recherche différente pour chaque base de données. PEDro, par rapport aux deux autres bases n'utilise pas le même langage. En effet les opérateurs booléens et les parenthèses ne sont pas reconnus et sont considérés comme des erreurs (56). Pour éviter le « silence » nous avons utilisé sur cette base de données seulement deux mots clés. Cependant nous aurions pu davantage minimiser ce « silence » en optimisant davantage la formulation de l'équation de recherche. Prenons l'exemple du mot clé

« proprioception », en ajoutant le caractère « * » à la suite du diminutif « proprio » nous aurions pu inclure différents suffixes de ce même terme comme « proprioceptif », « proprioceptive », ... Cela permet de ne pas se limiter à une seule et même formulation d'un mot clé (« proprioception ») et rend la recherche plus exhaustive.

PubMed et Science Direct utilisent, eux, un langage commun. Par rapport à l'équation utilisée sur Pubmed nous avons fait le choix de formuler une équation plus adaptée et précise sur Science Direct afin de limiter le bruit littéraire. Cependant le fait d'utiliser une équation de recherche différente pour deux bases de données utilisant un même langage présente un biais dans notre stratégie de recherche, nous parlons ici de biais de sélection.

- Critères d'éligibilité

Les critères d'éligibilités peuvent être également responsables de ce nombre relativement faible d'articles inclus. En effet dans cette revue une restriction temporelle de cinq ans a été appliquée durant la recherche afin de n'inclure seulement les études les plus récentes depuis la méta-analyse publiée en 2012 par Postle et al. (14). Il est vrai que ce critère d'exclusion est responsable de la suppression d'un nombre important de publications (n=641). Il est donc compréhensible qu'en l'espace de seulement cinq ans les chercheurs n'ont pu publier un nombre important d'articles scientifiques traitant le sujet et répondant à notre question de recherche.

De plus dans l'évaluation du traitement proprioceptif nous avons exclu tous les tests non spécifiques à la proprioception. Cela comprenait les études évaluant le contrôle postural (exemple du Star excursion balance test SEBT) ou la fonction par des tests fonctionnels (tels le « single hop test »). Or un grand nombre de publications utilise ces outils de mesure afin d'évaluer l'efficacité d'un traitement dit « proprioceptif ».

Ainsi nous avons inclus seulement les tests dits « spécifiques », c'est-à-dire évaluant les qualités statesthésique (sens de la position) et kinesthésique (sens du mouvement) de la cheville. Le test de sens de la force a été exclu du fait de leur non corrélation avec les tests de repositionnement articulaire considérés, eux, comme validés par la littérature.

- Tri d'articles

Le tri d'articles a été effectué par un seul et même examinateur. Or, en termes de rigueur méthodologique il est recommandé qu'au moins deux personnes doivent procéder à l'extraction des données de façon indépendante et qu'une méthode de consensus doive avoir été mise en place pour le règlement des différends. Cela correspond au deuxième critère de l'outil (AMSTAR) d'évaluation de la qualité méthodologique des revues de la littérature (64). Ainsi le fait que le tri d'articles n'ait été réalisé par un seul et même individu représente un biais dans notre stratégie de recherche et rend impossible une qualité méthodologique optimale de cette revue de littérature.

Ainsi cette revue de littérature présente certains biais compromettant la qualité méthodologique. Cela peut être à l'origine de la faible quantité et qualité des résultats. Il semble donc intéressant de réaliser ultérieurement une revue similaire en limitant ces biais permettant une réponse à notre recherche plus riche et pertinente.

6.2.2 Manque littéraire

Ce constat au regard des résultats de notre revue peut être la conséquence d'un manque dans la littérature. Il paraît au vu de notre recherche qu'un nombre relativement faible d'études évalue l'effet d'un traitement proprioceptif sur l'acuité stathésthésique et/ou kinesthésique de sujets présentant des antécédents d'entorse de cheville.

Il semblerait que la définition même de la proprioception ne soit pas encore tout à fait claire dans la littérature. Le terme de proprioception est parfois utilisé à tort. Confondu avec le système sensorimoteur, la proprioception est également assimilée à l'équilibre. Ainsi les outils d'évaluation et les mesures effectuées des exercices dits proprioceptifs ne sont pas spécifiques à l'objectivation de la proprioception. Comme cité précédemment, nous observons davantage dans la littérature l'évaluation de l'équilibre, du contrôle postural ou encore d'autres tests fonctionnels pour évaluer l'efficacité d'un traitement proprioceptif par rapport à l'évaluation spécifique du sens proprioceptif. Ainsi, Riva et al. (65) rapportent qu'il existe un malentendu dans la littérature. En effet il n'y paraît pas de définition spécifique de l'exercice proprioceptif (également appelé entraînement à l'équilibre ou entraînement neuromusculaire par certains auteurs). Une large typologie d'exercices est proposée comme propriété proprioceptive. Mais quelles caractéristiques un exercice doit-il avoir pour être

classé comme proprioceptif ? En règle générale, les exercices dits proprioceptifs nécessitent la gestion de l'instabilité. Le problème est que chaque mouvement et chaque posture peut être défini comme proprioceptif, car chacun génère un flux proprioceptif. Alors quel est le seuil pour appeler un exercice « proprioceptif » et comment pouvons-nous évaluer différents niveaux d'implication et d'efficacité de la proprioception ? Pour eux, un exercice devrait être classé en caractérisant la typologie mécanique de l'instabilité, la présence d'un amplificateur de la fréquence d'instabilité, les tâches assignées au sujet et les résultats quantifiables attendus. A notre avis, un exercice pourrait être étiqueté « proprioceptif », si et seulement si, il présente des effets bénéfiques sur l'acuité statésithésique et kinésithésique (et donc permet au sujet une meilleure capacité de détection du sens de la position et/ou du mouvement de son articulation dans l'espace).

Ainsi au vu de la littérature, l'acuité proprioceptive semble être minoritairement objectivée dans l'évaluation d'un traitement dit « proprioceptif » de cheville. Les chercheurs se doivent d'établir une définition universelle de la proprioception ainsi qu'une évaluation appropriée et adaptée permettant d'identifier et d'objectiver un déficit proprioceptif.

Cette première partie de discussion fait état d'un potentiel manque dans la littérature. Ajouté à cela une rigueur méthodologique non optimale par la présence de biais de recherche. Cela nous permet de justifier la faible quantité et qualité des résultats de notre question de recherche.

6.3 Etudes exclues

Bien que non incluses dans cette revue par leur faible niveau de preuve scientifique, certaines études auraient pu se révéler intéressantes dans la réponse à notre question de recherche. En effet, Seo et al. (66) se sont intéressés à l'application de bande Kinesiotape chez des sujets présentant des antécédents d'entorse de cheville et leur impact sur l'acuité proprioceptive. Cette série de cas (niveau de preuve IV) rapporte une augmentation significative du sens de la position chez les sujets à la suite du montage de la bande. Une diminution moyenne sur les mouvements de flexion dorsale (1°) et d'inversion ($1,97^\circ$) a été objectivée. Ce gain en proprioception est évalué à l'aide d'un appareil isocinétique (Biodex). Selon ces auteurs, le montage de la bande provoquerait une augmentation de la proprioception par une

stimulation accrue des mécanorécepteurs cutanés. Ils en concluent que la bande pourrait être efficace dans la prévention et le traitement des entorses de la cheville. Par ailleurs une revue de la littérature de Wilson (67) rapporte la même conclusion sur la bande Kinesiotape. Cependant les tests objectivant le sens proprioceptif dans cette revue ne sont pas spécifiques à l'évaluation proprioceptive.

Une deuxième étude pertinente réalisée par Witchalls et al. (68) met en avant l'entraînement au AMEDA stand test et l'amélioration du sens de la position. Ainsi l'objectif, à travers cette étude de cohorte (niveau de preuve III-2), était de déterminer si les personnes atteintes d'ICC pouvaient améliorer les scores de sensibilité proprioceptifs avec des tests de mouvements actifs répétés en utilisant l'AMEDA. Contrairement au test de repositionnement articulaire sur dynamomètre isocinétique, le AMEDA stand test permet un test de repositionnement actif en charge. Par rapport aux autres tests spécifiques proprioceptifs, l'approche AMEDA cherche à examiner le fonctionnement de la proprioception dans des conditions naturelles en utilisant des conditions de test plus analogues à une fonction normale. Ainsi elle se distingue dans sa validité écologique (12). A la suite d'un programme de trois séances sur neuf semaines, cette étude rapporte une amélioration significative de la capacité des participants à discriminer différents angles d'inversion. Ainsi, les sujets présentent un gain en acuité proprioceptive de cheville.

Malgré leur faible niveau de preuves, ces études rapportent des données intéressantes concernant la rééducation proprioceptive de cheville. Il serait intéressant pour ces chercheurs de développer ultérieurement leurs études afin de gagner en fiabilité scientifique et en pertinence clinique afin de proposer de nouvelles perspectives dans la prise en charge proprioceptive.

6.4 Perspectives

Au vu des résultats rapportés par cette revue de la littérature, il semblerait que l'utilisation d'orthèse plantaire proposée par Lee et al. (58) n'ait pas rapporté de résultats significatifs et convaincants dans l'amélioration de l'acuité proprioceptive. Bien que son utilisation chez les sujets atteints d'ICC n'ait montré de réel avantage, l'idée de stimuler les mécanorécepteurs cutanés dans une volonté d'un gain en proprioception est tout à fait cohérent et pertinent. Par ailleurs une série d'études effectuées par Steinberg et al. (69–72) met en lumière l'intérêt

de semelle texturée sur les qualités proprioceptives chez les danseurs. Dans une même volonté de stimuler les mécanorécepteurs cutanés, ces chercheurs ont évalué l'impact de ce type de semelles sur la discrimination du sens du mouvement de la cheville via le test AMEDA. L'insertion de semelles intérieures texturées dans les chaussures des danseurs était ainsi justifiée par le fait que la performance pouvait être améliorée en stimulant davantage les informations afférentes de la plante des pieds au système nerveux central. Ces travaux ont ainsi rapporté des données intéressantes concernant le gain proprioceptif. Le port de semelle texturée durant le test AMEDA permettrait l'amélioration discriminatoire des mouvements d'inversion et d'éversion par rapport au port simple des chaussures et/ou pieds nus (69,70). Sur le long terme, Steinberg et al. rapportent également un gain proprioceptif significatif d'inversion et d'éversion après une utilisation quotidienne de semelle texturée sur une durée de quatre semaines (71). Ainsi les semelles texturées améliorent les scores de discrimination des danseurs présentant un déficit proprioceptif. Elles peuvent stimuler les récepteurs cutanés à la surface plantaire, augmentant ainsi la prise de conscience du positionnement de la cheville, ce qui pourrait diminuer les risques de blessure à la cheville. Malgré ces données probantes, ces travaux n'ont pu être inclus dans notre revue de littérature aux regards de la population qui ne présentait pas d'antécédents d'entorses. Ces études s'inscrivent donc dans un objectif d'amélioration de performance. Il serait ainsi intéressant de développer les recherches sur l'utilisation de semelles chez les sujets ayant présentés une entorse de cheville.

Les travaux de Ha et al. (59) rapportent des données intéressantes dans l'amélioration de l'acuité proprioceptive de cheville. Ces chercheurs partent du postulat que l'entraînement à l'équilibre sur surface instable est nécessaire pour améliorer le sens proprioceptif. Dans l'objectif d'améliorer l'acuité proprioceptive et la capacité d'équilibre, un travail de renforcement des muscles de la cheville y est associé dans un programme de quarante minutes. Comme cité précédemment, ces auteurs rapportent à la suite de leur intervention des résultats significatifs en faveur du groupe expérimental. Ainsi le travail d'équilibre sur surface instable associé à un travail de renforcement serait favorable à l'amélioration proprioceptive des sujets présentant une ICC. Cependant cet essai ne permet pas d'évaluer distinctement le travail d'équilibre et celui de renforcement, ainsi que leurs impacts sur le sens proprioceptif.

De ce fait, certains auteurs se sont intéressés au travail spécifique de renforcement isocinétique des muscles de la cheville sur le sens proprioceptif. Ainsi deux études menées premièrement par Sekir et al. (73) puis par Hanci et al. (74) mettent en lumière l'intérêt d'un programme spécifique de renforcement des inverseurs et des releveurs de cheville sur l'acuité proprioceptive chez des sujets présentant une instabilité fonctionnelle de cheville. En effet après un programme de six semaines d'entraînement isocinétique (excentrique-concentrique) dans ces deux études, une amélioration significative du sens de la position et du sens kinesthésique est rapportée.

En parallèle Ha et al. (59) font le postulat que le travail d'équilibre sur plan instable est bénéfique à l'acuité proprioceptive chez les sujets présentant une instabilité chronique de cheville. Malgré, dans leur étude, un sens de la position en faveur du travail d'équilibre sur surface instable et du renforcement, ces données vont à l'encontre du constat rapporté par le méta analyse de Postle et al. en 2012 (14). Ainsi, comme cité précédemment, ces derniers aboutissent à la conclusion que le travail d'équilibre sur surface instable ne permet pas l'amélioration du sens proprioceptif. En d'autres termes, il n'est pas clair si l'utilisation de surfaces instables (telles que des panneaux oscillants ou une surface en mousse), dans la rééducation proprioceptive d'entorse de cheville, conduit à une plus grande ou une meilleure utilisation des informations afférentes proprioceptives de la cheville. Kiers et al. (15), que nous avons également cités auparavant, concluaient que « *la proprioception de cheville n'est pas ciblée par les exercices sur surface instable* ». Les auteurs pour en arriver à cette conclusion ont utilisé la vibration tendineuse pour stimuler la proprioception des fuseaux musculaires du triceps sural et des muscles paraspinaux de la région lombaire sur des sujets positionnés sur un plan instable et stable. C'est par l'utilisation de cette même méthode que Forestier et al. (75) se sont intéressés au travail proprioceptif de cheville sur surface instable dit « spécifique ». Ces auteurs font le postulat dans cette étude que les déstabilisations dans le travail proprioceptif devraient être induites autour de l'axe de Henké (Fig.2). Ce dernier, comme expliqué précédemment, permet les mouvements globaux d'éversion et d'inversion du complexe d'arrière pied. Ainsi Forestier et al. (75) à travers cette étude ont pu observer différents niveaux de recrutement de signaux musculaires proprioceptifs dans des conditions différentes en station debout. Trois surfaces ont été étudiées, une surface stable, une surface instable dite « non spécifique » (mousse) et une surface instable « spécifique » (selon l'axe de

Henké). Cette déstabilisation dite « spécifique » a été réalisée via l'utilisation d'une orthèse déstabilisante d'arrière pied (Myolux Medik II, Cevres Santé, Savoie Technolac, France) (Fig.8). Cet outil permet une stabilisation de l'avant-pied (ancrage) sur une plate-forme stable tandis que l'arrière-pied est déstabilisé par un articulateur spécifique induisant une inversion autour de l'axe physiologique de Henké. Comme pour la méthode effectuée par Kiers et al. (15) dans leur étude, des vibrations musculaires ont été appliquées sur les muscles paraspinaux et fibulaires. Forestier et al. (75) rapportent à la suite de cette étude une augmentation de l'activité musculaire des muscles fibulaires et une plus grande perturbation posturale lorsque les fibulaires sont soumis à des vibrations sur surface instable spécifique.



Figure 8. *Illustration de l'appareil utilisé pour la condition instable « spécifique » (Forestier et al.2015)*

Ainsi le travail sur surface instable « spécifique » permettrait une stimulation plus optimale des fuseaux musculaires et permettrait selon ces chercheurs un travail proprioceptif de cheville plus pertinent. Cet appareil semblerait être une alternative intéressante dans le travail proprioceptif de cheville. Dorénavant il serait pertinent de quantifier l'efficacité de ce type d'exercices sur l'acuité proprioceptive de cheville par des tests statéssthésiques et/ou kinesthésiques.

Dans la volonté d'offrir une nouvelle perspective à la rééducation proprioceptive, des recherches doivent être établies afin de mettre en lumière l'intérêt d'un tel travail proprioceptif chez des sujets présentant des antécédents d'entorse latérale. Cela passe par la mise en place d'un programme de rééducation par déstabilisation « spécifique » et de l'objectivation de celle-ci.

7 Conflit d'intérêt

Nous déclarons n'avoir aucun conflit d'intérêt.

8 Conclusion

Cette revue systématique de la littérature permet d'apporter quelques éléments de réponse à notre question de recherche. Il semblerait que le travail actif de renforcement associé au travail d'équilibre soit bénéfique à l'acuité proprioceptive chez des sujets présentant une instabilité de cheville. Or, au regard de la qualité des résultats et des nombreux biais identifiés dans cette revue, il nous paraît difficile de faire émerger à la suite de notre problématique une réponse fiable et exhaustive.

Par ailleurs, cette revue de la littérature laisse entrevoir une certaine confusion chez les chercheurs au sujet du traitement proprioceptif. Il semblerait que la définition même de la proprioception ne soit pas clairement établie, rendant ainsi la restauration de celle-ci en pratique clinique difficile. Les chercheurs se doivent à l'heure actuelle d'établir un réel consensus concernant le travail proprioceptif, sa définition ainsi que son mode d'évaluation.

Certaines alternatives d'amélioration des capacités proprioceptives sont proposées dans la littérature mais présentent des niveaux de preuve relativement faibles pour pouvoir en tirer de réelles conclusions. A ce jour, les exercices d'équilibre dans un objectif de gain proprioceptif de cheville paraissent controversés au regard de la littérature. Cependant, la déstabilisation de cheville selon un axe fonctionnelle d'arrière pied (Henké) permettrait selon certains auteurs un travail proprioceptif plus optimal et spécifique à l'articulation de la cheville. Ce postulat nous paraît pertinent et mériterait ultérieurement d'être davantage développé par les chercheurs.

9 Références bibliographiques

1. Gribble PA, Bleakley CM, Caulfield BM, Docherty CL, Fourchet F, Fong DT-P, et al. Evidence review for the 2016 International Ankle Consortium consensus statement on the prevalence, impact and long-term consequences of lateral ankle sprains. *Br J Sports Med.* déc 2016;50(24):1496-505.
2. Doherty C, Delahunt E, Caulfield B, Hertel J, Ryan J, Bleakley C. The Incidence and Prevalence of Ankle Sprain Injury: A Systematic Review and Meta-Analysis of Prospective Epidemiological Studies. *Sports Med.* 1 janv 2014;44(1):123-40.
3. Yeung MS, Chan KM, So CH, Yuan WY. An epidemiological survey on ankle sprain. *Br J Sports Med.* juin 1994;28(2):112-6.
4. Delahunt E, Coughlan GF, Caulfield B, Nightingale EJ, Lin C-WC, Hiller CE. Inclusion Criteria When Investigating Insufficiencies in Chronic Ankle Instability: *Med Sci Sports Exerc.* nov 2010;42(11):2106-21.
5. Delahunt E, Bleakley CM, Bossard DS, Caulfield BM, Docherty CL, Doherty C, et al. International Ankle Consortium Rehabilitation-Oriented Assessment. *Br J Sports Med.* 10 sept 2018;bjsports-2018-099935.
6. Valderrabano V, Horisberger M, Russell I, Dougall H, Hintermann B. Etiology of Ankle Osteoarthritis. *Clin Orthop.* juill 2009;467(7):1800-6.
7. Valderrabano V, Hintermann B, Horisberger M, Fung TS. Ligamentous posttraumatic ankle osteoarthritis. *Am J Sports Med.* avr 2006;34(4):612-20.
8. McKay GD, Goldie PA, Payne WR, Oakes BW. Ankle injuries in basketball: injury rate and risk factors. *Br J Sports Med.* 1 avr 2001;35(2):103-8.
9. Feger MA, Glaviano NR, Donovan L, Hart JM, Saliba SA, Park JS, et al. Current Trends in the Management of Lateral Ankle Sprain in the United States. *Clin J Sport Med Off J Can Acad Sport Med.* mars 2017;27(2):145-52.
10. Witchalls J, Blanch P, Waddington G, Adams R. Intrinsic functional deficits associated with increased risk of ankle injuries: a systematic review with meta-analysis. *Br J Sports Med.* juin 2012;46(7):515-23.
11. Kobayashi T, Tanaka M, Shida M. Intrinsic Risk Factors of Lateral Ankle Sprain: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Health.* avr 2016;8(2):190-3.
12. Han J, Waddington G, Adams R, Anson J, Liu Y. Assessing proprioception: A critical review of methods. *J Sport Health Sci.* 1 mars 2016;5(1):80-90.
13. Vuurberg G, Hoorntje A, Wink LM, Doelen BFW van der, Bekerom MP van den, Dekker R, et al. Diagnosis, treatment and prevention of ankle sprains: update of an evidence-based clinical guideline. *Br J Sports Med.* 1 août 2018;52(15):956-956.
14. Postle K, Pak D, Smith TO. Effectiveness of proprioceptive exercises for ankle ligament injury in adults: a systematic literature and meta-analysis. *Man Ther.* août 2012;17(4):285-91.

15. Kiers H, Brumagne S, van Dieën J, van der Wees P, Vanhees L. Ankle proprioception is not targeted by exercises on an unstable surface. *Eur J Appl Physiol.* avr 2012;112(4):1577-85.
16. Kapandji AI. Anatomie fonctionnelle - Membre inférieur. 6^e éd. 2012. 307 p. (Maloine; vol. 2).
17. Dufour M, Pillu M. Biomécanique Fonctionnelle, Membres-Tête -Tronc. 2006. 563 p. (Masson).
18. Dufour M. Anatomie de l'appareil locomoteur - Membre inférieur. 3^e éd. 2015. 535 p. (Elsevier Masson; vol. 1).
19. Bauer T, Hardy P. Entorses de la cheville. *EMC - Appar Locomoteur.* janv 2011;6(4):1-10.
20. Garrick JG. The frequency of injury, mechanism of injury, and epidemiology of ankle sprains. *Am J Sports Med.* déc 1977;5(6):241-2.
21. Hung Y. Neuromuscular control and rehabilitation of the unstable ankle. *World J Orthop.* 18 juin 2015;6(5):434-8.
22. Bonnomet F. Les entorses de la cheville. U. L.P. – Faculté de Médecine Strasbourg –DCEM1 – Module 12B – Appareil Loco-Moteur1. In 2004.
23. Cooke MW, Lamb SE, Marsh J, Dale J. A survey of current consultant practice of treatment of severe ankle sprains in emergency departments in the United Kingdom. *Emerg Med J EMJ.* nov 2003;20(6):505-7.
24. Waterman BR, Owens BD, Davey S, Zacchilli MA, Belmont PJ. The epidemiology of ankle sprains in the United States. *J Bone Joint Surg Am.* 6 oct 2010;92(13):2279-84.
25. Swenson DM, Collins CL, Fields SK, Comstock RD. Epidemiology of U.S. high school sports-related ligamentous ankle injuries, 2005/06-2010/11. *Clin J Sport Med Off J Can Acad Sport Med.* mai 2013;23(3):190-6.
26. Andersen TE, Floerenes TW, Arnason A, Bahr R. Video analysis of the mechanisms for ankle injuries in football. *Am J Sports Med.* févr 2004;32(1 Suppl):69S-79S.
27. Skazalski C, Kruczynski J, Bahr MA, Bere T, Whiteley R, Bahr R. Landing-related ankle injuries do not occur in plantarflexion as once thought: a systematic video analysis of ankle injuries in world-class volleyball. *Br J Sports Med.* 1 janv 2018;52(2):74-82.
28. Fong DT-P, Hong Y, Shima Y, Krosshaug T, Yung PS-H, Chan K-M. Biomechanics of supination ankle sprain: a case report of an accidental injury event in the laboratory. *Am J Sports Med.* avr 2009;37(4):822-7.
29. Fong DT-P, Ha SC-W, Mok K-M, Chan CW-L, Chan K-M. Kinematics analysis of ankle inversion ligamentous sprain injuries in sports: five cases from televised tennis competitions. *Am J Sports Med.* nov 2012;40(11):2627-32.
30. Rijn RM van, Os AG van, Bernsen RMD, Luijsterburg PA, Koes BW, Bierma-Zeinstra SMA. What Is the Clinical Course of Acute Ankle Sprains? A Systematic Literature Review. *Am J Med.* 1 avr 2008;121(4):324-331.e7.
31. Hertel J. Sensorimotor deficits with ankle sprains and chronic ankle instability. *Clin Sports Med.* juill 2008;27(3):353-70, vii.

32. Gribble PA, Delahunt E, Bleakley C, Caulfield B, Docherty CL, Fourchet F, et al. Selection criteria for patients with chronic ankle instability in controlled research: a position statement of the International Ankle Consortium. *J Orthop Sports Phys Ther.* août 2013;43(8):585-91.
33. Medina McKeon JM, Bush HM, Reed A, Whittington A, Uhl TL, McKeon PO. Return-to-play probabilities following new versus recurrent ankle sprains in high school athletes. *J Sci Med Sport.* janv 2014;17(1):23-8.
34. Malliaropoulos N, Papacostas E, Papalada A, Maffulli N. Acute lateral ankle sprains in track and field athletes: an expanded classification. *Foot Ankle Clin.* sept 2006;11(3):497-507.
35. Mohammadi F, Azma K, Naseh I, Emadifard R, Etemadi Y. Military exercises, knee and ankle joint position sense, and injury in male conscripts: a pilot study. *J Athl Train.* déc 2013;48(6):790-6.
36. Hertel J. Functional instability following lateral ankle sprain. *Sports Med Auckl NZ.* mai 2000;29(5):361-71.
37. Zech A, Hübscher M, Vogt L, Banzer W, Hänsel F, Pfeifer K. Neuromuscular training for rehabilitation of sports injuries: a systematic review. *Med Sci Sports Exerc.* oct 2009;41(10):1831-41.
38. Konradsen L, Olesen S, Hansen HM. Ankle sensorimotor control and eversion strength after acute ankle inversion injuries. *Am J Sports Med.* févr 1998;26(1):72-7.
39. Sherrington CS. The muscular sense. In: Schafer EA, editor. *Textbook of Physiology.* Edinburgh: Pentland. 1900;
40. Kandel ER. *Principles of neural science.* 5th ed. New York: McGraw-Hill. 2013.
41. Freeman MA. Instability of the foot after injuries to the lateral ligament of the ankle. *J Bone Joint Surg Br.* nov 1965;47(4):669-77.
42. Munn J, Sullivan SJ, Schneiders AG. Evidence of sensorimotor deficits in functional ankle instability: a systematic review with meta-analysis. *J Sci Med Sport.* janv 2010;13(1):2-12.
43. Röijezon U, Clark NC, Treleaven J. Proprioception in musculoskeletal rehabilitation. Part 1: Basic science and principles of assessment and clinical interventions. *Man Ther.* juin 2015;20(3):368-77.
44. Fortuna M, Teixeira S, Machado S, Velasques B, Bittencourt J, Peressutti C, et al. Cortical Reorganization after Hand Immobilization: The beta qEEG Spectral Coherence Evidences. *PLoS ONE* [Internet]. 22 nov 2013 [cité 19 oct 2018];8(11). Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3838376/>
45. Langer N, Hänggi J, Müller NA, Simmen HP, Jäncke L. Effects of limb immobilization on brain plasticity. *Neurology.* 17 janv 2012;78(3):182-8.
46. Konradsen L. Sensori-motor control of the uninjured and injured human ankle. *Sens Funct Ligaments.* 1 juin 2002;12(3):199-203.
47. Deshpande N, Connelly DM, Culham EG, Costigan PA. Reliability and validity of ankle proprioceptive measures. *Arch Phys Med Rehabil.* juin 2003;84(6):883-9.

48. Fournier Belley A, Bouffard J, Brochu K, Mercier C, Roy J-S, Bouyer L. Development and reliability of a measure evaluating dynamic proprioception during walking with a robotized ankle-foot orthosis, and its relation to dynamic postural control. *Gait Posture*. 2016;49:213-8.
49. Kim C-Y, Choi J-D, Kim H-D. No correlation between joint position sense and force sense for measuring ankle proprioception in subjects with healthy and functional ankle instability. *Clin Biomech Bristol Avon*. nov 2014;29(9):977-83.
50. Bernier JN, Perrin DH. Effect of coordination training on proprioception of the functionally unstable ankle. *J Orthop Sports Phys Ther*. avr 1998;27(4):264-75.
51. Holme E, Magnusson SP, Becher K, Bieler T, Aagaard P, Kjaer 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 Sports*. avr 1999;9(2):104-9.
52. Eils E, Schröter R, Schröder M, Gerss J, Rosenbaum D. Multistation proprioceptive exercise program prevents ankle injuries in basketball. *Med Sci Sports Exerc*. nov 2010;42(11):2098-105.
53. Schiftan GS, Ross LA, Hahne AJ. The effectiveness of proprioceptive training in preventing ankle sprains in sporting populations: a systematic review and meta-analysis. *J Sci Med Sport*. mai 2015;18(3):238-44.
54. Lubetzky AV, McCoy SW, Price R, Kartin D. Response to Tendon Vibration Questions the Underlying Rationale of Proprioceptive Training. *J Athl Train*. févr 2017;52(2):97-107.
55. Ashton-Miller JA, Wojtys EM, Huston LJ, Fry-Welch D. Can proprioception really be improved by exercises? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA*. mai 2001;9(3):128-36.
56. Stevens ML, Moseley A, Elkins MR, Lin CC-W, Maher CG. What Searches Do Users Run on PEDro? An Analysis of 893,971 Search Commands Over a 6-Month Period. *Methods Inf Med*. 5 août 2016;55(4):333-9.
57. Merlin T, Weston A, Tooher R. Extending an evidence hierarchy to include topics other than treatment: revising the Australian « levels of evidence ». *BMC Med Res Methodol*. 11 juin 2009;9(1):34.
58. Lee H-J, Lim K-B, Jung T-H, Kim D-Y, Park K-R. Changes in Balancing Ability of Athletes With Chronic Ankle Instability After Foot Orthotics Application and Rehabilitation Exercises. *Ann Rehabil Med*. août 2013;37(4):523-33.
59. Ha S-Y, Han J-H, Sung Y-H. Effects of ankle strengthening exercise program on an unstable supporting surface on proprioception and balance in adults with functional ankle instability. *J Exerc Rehabil*. avr 2018;14(2):301-5.
60. Maher CG, Sherrington C, Herbert RD, Moseley AM, Elkins M. Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. *Phys Ther*. août 2003;83(8):713-21.
61. Jørgensen L, Paludan-Müller AS, Laursen DRT, Savović J, Boutron I, Sterne JAC, et al. Evaluation of the Cochrane tool for assessing risk of bias in randomized clinical trials: overview of published comments and analysis of user practice in Cochrane and non-Cochrane reviews. *Syst Rev [Internet]*. 10 mai 2016 [cité 11 avr 2019];5. Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4862216/>

62. Goble DJ. Proprioceptive Acuity Assessment Via Joint Position Matching: From Basic Science to General Practice. *Phys Ther.* 1 août 2010;90(8):1176-84.
63. Bucke J, Spencer S, Fawcett L, Sonvico L, Rushton A, Heneghan NR. Validity of the Digital Inclinometer and iPhone When Measuring Thoracic Spine Rotation. *J Athl Train.* sept 2017;52(9):820-5.
64. Shea BJ, Grimshaw JM, Wells GA, Boers M, Andersson N, Hamel C, et al. Development of AMSTAR: a measurement tool to assess the methodological quality of systematic reviews. *BMC Med Res Methodol.* 15 févr 2007;7(1):10.
65. Riva D, Bianchi R, Rocca F, Mamo C. Proprioceptive Training and Injury Prevention in a Professional Men's Basketball Team: A Six-Year Prospective Study. *J Strength Cond Res.* févr 2016;30(2):461-75.
66. Seo H-D, Kim M-Y, Choi J-E, Lim G-H, Jung S-I, Park S-H, et al. Effects of Kinesio taping on joint position sense of the ankle. *J Phys Ther Sci.* avr 2016;28(4):1158-60.
67. Wilson B; Bialocerkowski A. The effects of Kinesiotape applied to the lateral aspect of the ankle: relevance to ankle sprains -- a systematic review. *PLoS ONE* 2015 Jun106e0124214. 2015;
68. Witchalls JB, Waddington G, Adams R, Blanch P. Chronic ankle instability affects learning rate during repeated proprioception testing. *Phys Ther Sport.* 1 mai 2014;15(2):106-11.
69. Steinberg N, Waddington G, Adams R, Karin J, Tirosh O. Use of a Textured Insole to Improve the Association Between Postural Balance and Ankle Discrimination in Young Male and Female Dancers. *Med Probl Perform Art.* 2015;30(4):217-23.
70. Steinberg N, Waddington G, Adams R, Karin J, Tirosh O. The effect of textured ballet shoe insoles on ankle proprioception in dancers. *Phys Ther Sport.* 1 janv 2016;17:38-44.
71. Steinberg N, Tirosh O, Adams R, Karin J, Waddington G. Does Wearing Textured Insoles during Non-class Time Improve Proprioception in Professional Dancers? *Int J Sports Med.* nov 2015;36(13):1093-9.
72. Steinberg N, Waddington G, Adams R, Karin J, Begg R, Tirosh O. Can textured insoles improve ankle proprioception and performance in dancers? *J Sports Sci.* août 2016;34(15):1430-7.
73. Sekir U, Yildiz Y, Hazneci B, Ors F, Aydin T. Effect of isokinetic training on strength, functionality and proprioception in athletes with functional ankle instability. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA.* mai 2007;15(5):654-64.
74. Hanci E, Sekir U, Gur H, Akova B. Eccentric Training Improves Ankle Evertor and Dorsiflexor Strength and Proprioception in Functionally Unstable Ankles. *Am J Phys Med Rehabil.* 2016;95(6):448-58.
75. Forestier N, Terrier R, Teasdale N. Ankle muscular proprioceptive signals' relevance for balance control on various support surfaces: an exploratory study. *Am J Phys Med Rehabil.* janv 2015;94(1):20-7.

Annexe(s)**Annexe 1**

Classification de l'entorse de cheville selon Malliaropoulos et al. (2006)

Grade	Limitation articulaire	Œdème	Laxité
I	<5°	<0,5cm	Normal
II	5° à 10°	0,5 à 2cm	Normal
IIIA	>10°	>2cm	Normal
IIIB	>10°	>2cm	>3mm

Annexe 2

<u>Echelle PEDro</u>		Lee et al. 2013	Ha et al. 2018
1	Les critères d'admissibilité ont été spécifiés	Oui	Oui
2	Les participants ont été assignés de façon aléatoire dans les groupes (lors d'une étude à devis croisé, l'ordre dans lequel les participants ont reçu les interventions a été déterminé de façon aléatoire)	Oui	Oui
3	L'assignation des participants à un groupe a été dissimulée	Non	Non
4	Au début de l'étude, les groupes étaient similaires en ce qui concerne les indicateurs pronostiques les plus importants	Oui	Oui
5	Les participants ignoraient le groupe auquel ils avaient été assignés	Non	Non
6	Les intervenants ignoraient le groupe auquel les participants avaient été assignés	Non	Non
7	Les évaluateurs ayant mesuré au moins un résultat clé ignoraient le groupe auquel les participants avaient été assignés	Non	Non
8	Les mesures d'au moins un résultat clé ont été obtenues chez plus de 85% des participants initialement assignés aux groupes	Non	Non
9	Tous les participants pour qui des mesures de résultats étaient disponibles ont reçu l'intervention assignée. Lorsque ce n'était pas le cas, les données d'au moins un résultat clé ont été analysées selon l'intention de traiter	Non	Non
10	Les résultats des comparaisons statistiques intergroupes sont fournis pour au moins un résultat clé	Oui	Oui
11	L'étude fournit à la fois une mesure de l'ampleur de l'effet et une mesure de dispersion pour au moins un résultat clé	Oui	Oui
Score PEDro		4/10	4/10

Annexe 3

Changes in Balancing Ability of Athletes With Chronic Ankle Instability After Foot Orthotics Application and Rehabilitation Exercises

Hong-Jae Lee, Kil-Byung Lim, Tae-Ho Jung, Dug-Young Kim, Kyung-Rok Park

2013

Score PEDro : 4/10

Objectif

Evaluer l'effet des orthèses plantaires sur le sens proprioceptif chez des sujets présentant une instabilité chronique de cheville (ICC)

Matériel et Méthode

- Protocole

41 athlètes de sexe masculin présentant une ICC :

- GE (n=21) : orthèse plantaire + exercices actifs
- GC (n=20) : exercices actifs

4 semaines :
1h/j
3 séances/sem

- Evaluation

- *Test* : Evaluation du sens de la position (JPS) via le test de repositionnement articulaire passif de cheville (JPR)
- *Outil de mesure* : appareil d'isocinétisme (Cybex 770)
- *Mouvements* : Inversion/éversion
- *Prise de mesure* :



Le sens visuel des participant est bloqué via un bandage et des bouchons d'oreilles

Les participants ont reconnu de manière passive l'angle cible indiqué par l'examineur

Une pause de 10 secondes est effectuée puis la cheville est repositionnée de manière passive, selon un angle neutre.

Ensuite, les sujets doivent reconnaître de manière passive l'angle cible, ils émettent un signal d'arrêt lorsqu'ils semblent atteindre l'angle cible.

3 tests sont effectués pour mesurer les erreurs de référence à l'angle cible, la moyenne des trois a été utilisée comme donnée

Résultats

- GE (post-pré) : Amélioration non significative de $-1,07^\circ$ ($p > 0,005$) en moyenne du groupe expérimental.
- GE vs GC (pré-post) : Pas de différences significatives avec le groupe contrôle ($p > 0,005$)

Discussion

Le faible échantillon et le caractère sportif des participants rendent difficile la généralisation des résultats au grand public

Conclusion

Il est constaté qu'après 4 semaines d'utilisation, les orthèses plantaires ne présentent aucun avantage supplémentaire pour les patients atteints d'ICC recevant un traitement rééducatif de cheville.

Annexe 4

Effects of ankle strengthening exercise program on an unstable supporting surface on proprioception and balance in adults with functional ankle instability Sun-Young Ha, Jun-Ho Han, Yun-Hee Sung 2018																		
Score PEDro : 4/10																		
<u>Objectif</u> Evaluer l'effet d'exercices de renforcement associés à des exercices d'équilibre sur le sens proprioceptif chez les patients atteints d'instabilité fonctionnelle de cheville (IFC)																		
<u>Matériel et Méthodes</u> • <u>Protocole</u> 30 participants (22 femmes, 8 hommes) présentant une IFC : - GE (n=15) : exercices de renforcement + équilibre - GC (n=15) : étirements } 40 min <i>Programme d'exercices (groupe expérimental)</i> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left; padding: 5px;">Etapas</th> <th style="text-align: left; padding: 5px;">Programme</th> <th style="text-align: left; padding: 5px;">Temps (min)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 5px;">Echauffement</td> <td style="padding: 5px;">Etirements péri articulaire de cheville</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">5</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Exercices</td> <td></td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">30</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;"> • Sol et Step </td> <td style="padding: 5px;"> Flexion plantaire et dorsale de cheville debout Equilibre sur une jambe Flexion plantaire sur une jambe </td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;"> • Wooble board </td> <td style="padding: 5px;"> En appui bipodal réaliser des cercles dans le sens des aiguilles d'une montre et le sens inverse Equilibre sur une jambe </td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Récupération</td> <td style="padding: 5px;">Etirements</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">5</td> </tr> </tbody> </table>	Etapas	Programme	Temps (min)	Echauffement	Etirements péri articulaire de cheville	5	Exercices		30	• Sol et Step	Flexion plantaire et dorsale de cheville debout Equilibre sur une jambe Flexion plantaire sur une jambe		• Wooble board	En appui bipodal réaliser des cercles dans le sens des aiguilles d'une montre et le sens inverse Equilibre sur une jambe		Récupération	Etirements	5
Etapas	Programme	Temps (min)																
Echauffement	Etirements péri articulaire de cheville	5																
Exercices		30																
• Sol et Step	Flexion plantaire et dorsale de cheville debout Equilibre sur une jambe Flexion plantaire sur une jambe																	
• Wooble board	En appui bipodal réaliser des cercles dans le sens des aiguilles d'une montre et le sens inverse Equilibre sur une jambe																	
Récupération	Etirements	5																

- Evaluation

- *Test* : Evaluation du sens de la position (JPS) via le test de repositionnement articulaire actif de cheville (JPR)
- *Outil de mesure* : Inclinomètre double
- *Mouvements* : Flexion plantaire/dorsal de cheville
- *Prise de mesure* :

La cheville a été maintenue durant 5 secondes à un angle cible, ensuite celle-ci était repositionnée à un angle de départ

Le sujet doit donc, activement, repositionner au mieux sa cheville vers l'angle cible défini

La mesure a été effectuée trois fois au total

Le sens visuel des participants a été bloqué

Résultats

- GE (post-pré) : Amélioration significative en moyenne de $-2,45^\circ$ ($p < 0,005$) du groupe expérimental.
- GE vs GC (pré-post) : différence significative en faveur du GE ($-3,06$) ($p < 0,005$).

Discussion

- Le faible échantillon et le caractère jeunes des participants rendent difficile la généralisation des résultats au grand public
- Les mouvements évalués restreint à la flexion dorsal /plantaire rendent difficile la généralisation des résultats

Conclusion

Il est constaté que les exercices de renforcement associés à des exercices sur support instables peuvent être présentés comme une méthode de traitement efficace pour améliorer le sens proprioceptif de cheville chez des sujets présentant une IFC