



Institut Régional de Formation aux Métiers de la Rééducation et Réadaptation

Pays de la Loire.

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

Impact du travail sensori-moteur sur la prévention des récurrences d'entorse latérale de cheville chez les sportifs à l'aide d'une revue de littérature non systématique.

Kévin QUERVILLE

Travail Ecrit de Fin d'Etudes
En vue de l'obtention du Diplôme d'Etat de Masseur-Kinésithérapeute

Année scolaire : 2013 - 2014

REGION DES PAYS DE LA LOIRE



Résumé

L'entorse latérale de cheville est une pathologie courante dans le milieu sportif puisqu'elle représente 15% des lésions traumatiques. Le mécanisme lésionnel consiste en un mouvement d'inversion c'est à dire l'association d'une supination, adduction et flexion plantaire. Son taux de récurrence présente un problème majeur pour la santé publique puisque son coût annuel dépasse le milliard d'euros.

Dans un premier temps, ce travail évoque la pathologie de l'entorse latérale de cheville et explique l'intérêt neurophysiologique d'une reprogrammation sensori-motrice. Dans un second temps, un état des lieux de la littérature est effectué. L'objectif étant de faire le point sur l'efficacité de l'entraînement sensori-moteur dans la prévention des récurrences d'entorse latérale de cheville.

Mots clés / Keywords

Entorse de cheville / ankle sprain

Contrôle neuromusculaire / neuromuscular control

Système sensori-moteur / sensorimotor system

Proprioception / proprioception

Récurrences / recurrences

Sommaire

1	Introduction	1
2	Les éléments anatomiques de stabilité passive et active de la cheville.....	2
2.1	Les éléments de stabilité de la cheville.....	2
2.1.1	Les éléments passif de stabilité de cheville	2
2.1.2	Les muscles : éléments de stabilité latérale actif de la cheville.....	3
3	L'entorse de cheville.....	4
3.1	Définition et épidémiologie	4
3.2	Le mécanisme lésionnel	4
3.3	Les causes de l'entorse de cheville.....	5
3.3.1	Causes neuro-physiologiques	5
3.3.2	Causes musculaires.....	6
3.3.3	Causes mécaniques	6
4	Le système sensori-moteur.....	7
4.1	Les éléments du système sensori-moteur et la boucle sensori-motrice	7
4.1.1	La proprioception : point de départ du système sensori-moteur.....	8
4.1.2	Message proprioceptif : l'intégration	11
4.2	Le contrôle moteur de la cheville	11
4.2.1	Rôle après une entorse de cheville	12
5	Méthodes de sélection des articles.....	13
5.1	Stratégie de recherche	13
5.2	Sélection des articles.....	14
5.3	Qualité des articles.....	16
5.4	Résumé des articles.....	16
6	Extraction des données.....	20
6.1	Population.....	20
6.2	Type d'intervention	21
6.3	Résultats	21
7	Analyse des résultats	23
7.1	Interprétation des résultats.....	23
7.2	Limites des études.....	23
7.2.1	Qualité des articles.....	23
7.2.2	Population.....	24
7.2.3	Type d'intervention	24
8	Discussion	24
9	Conclusion	29

Bibliographie

Annexes

1 Introduction

L'entorse de cheville est la plus fréquente des lésions de traumatologie courante et ce, en particulier dans la pratique sportive. Elle représente à elle seule 15% de tous les accidents sportifs. (1) En effet, on en dénombre environ 6 000 cas par jour en France et 23 000 cas par jour aux Etats-Unis. L'entorse latérale de cheville se produit sur un mouvement de flexion plantaire, adduction et supination (2).

Considérée comme banale, l'entorse de cheville présente un taux de récurrence qui peut varier de 10 à 30% (3), amenant dans la majorité des cas à une instabilité chronique de cheville. Cette dernière est à l'origine de douleurs, de faiblesses musculaires et peut amener à une impotence fonctionnelle plus ou moins importante (4). A la suite d'une étude réalisée par Van Rijn et Al, 5 à 33% des patients présentent encore des douleurs un an après leur entorse de cheville, et 5 à 25% d'entre eux sont toujours douloureux trois ans après leur épisode d'entorse (5). Dans les problèmes retrouvés on a : douleur (30%), instabilité (20%), crépitements (18%), faiblesse (17%), raideur (15%) et gonflement (14%). (6)

Ainsi afin de prévenir ce risque de récurrence, un entraînement neuromusculaire peut être intéressant. D'après une étude réalisée par Taube et Al en 2007 (7), un entraînement neuromusculaire est utilisé couramment dans un but préventif mais aussi pour la réhabilitation des membres inférieurs car il permet la restauration de la fonction à la suite d'une blessure.

L'entraînement neuromusculaire consiste à améliorer le contrôle moteur en travaillant notamment les réactions d'équilibre à l'aide d'exercices amenant des déstabilisations. Ainsi, il doit permettre de retrouver un temps de réponse musculaire adéquat afin de prévenir le risque de récurrence d'entorse latérale de cheville dans le domaine sportif.

A travers la littérature, on observe que son impact sur la récurrence de cette pathologie est rarement étudié car le moyen d'évaluation nécessite un suivi à long terme qui est contraignant.

C'est une blessure très fréquente dans le domaine du sport provoquant une augmentation du risque de récurrences puisque son taux s'élève à 80% chez les athlètes. Le rôle de la prévention prend alors une place importante dans la rééducation. (2)

Une étude de Eils et Rosenbaum en 2001 (8) a démontré que la rééducation neuromusculaire de cheville permettait une amélioration des capacités proprioceptives des patients avec une instabilité chronique. En revanche, Van Rijn et Al en 2007 (9) ont démontré que cela n'améliorait pas de façon significative le nombre de récurrences.

L'entorse de cheville représente à elle seule un coût pour la société de plus d'un milliard d'euros par an. (1) Une prévention pourrait permettre de diminuer le nombre de blessures et de récurrences d'entorses et ainsi réduire le coût pour la société.

Cela amène donc à un questionnement qui est :

A la suite d'une entorse latérale de cheville, le travail sensori-moteur peut-il prévenir le risque de récurrences chez les sportifs ?

2 Les éléments anatomiques de stabilité passive et active de la cheville

L'articulation de la cheville comprend l'articulation tibio-talienne, l'articulation tibio-fibulaire distale et l'articulation talo-crurale. Cette articulation est relativement complexe en raison de son anatomie ostéo-cartilagineuse, ligamentaire et tendineuse.

2.1 Les éléments de stabilité de la cheville

2.1.1 Les éléments passif de stabilité de cheville

Le ligament collatéral latéral est situé sur la partie latérale de l'articulation de la cheville et comprend trois faisceaux totalement indépendants les uns des autres avec d'avant en arrière : (10)



Figure 3. Anatomie ligamentaire de la cheville : vue latérale. 1. Ligament talofibulaire postérieur ; 2. ligament calcanéofibulaire ; 3. ligament talofibulaire antérieur ; 4. ligament tibiofibulaire antéro-inférieur.

- Le ligament talofibulaire antérieur (LTFA) : large, rectangulaire qui est en contact étroit avec la capsule et composé de deux bandes séparées d'un intervalle permettant à la perforante de l'artère fibulaire de pénétrer et d'avoir son anastomose avec l'artère malléolaire latérale. Il s'insère sur la marge antérieure de la malléole latérale et suit une direction antéromédiale jusqu'à son insertion sur le corps du talus

immédiatement en avant de la surface articulaire occupée par la malléole latérale. Il est horizontal lorsque la cheville est en position neutre et devient vertical en flexion plantaire. C'est le ligament le plus traumatisé de la cheville. (10)

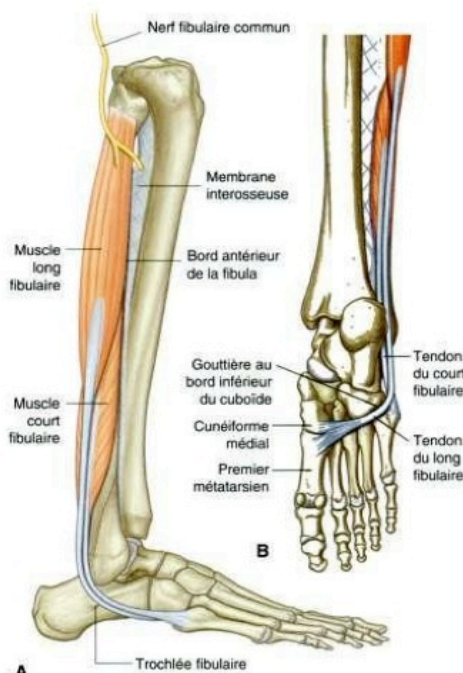
- Le ligament calcanéofibulaire (LCF) : ligament solide inséré sur le bord antérieur de la malléole latérale en dessous du ligament talofibulaire antérieur. En position neutre de la cheville, le ligament calcanéofibulaire se dirige en bas en arrière et en dedans jusqu'à son insertion calcanéenne sur un petit tubercule à la partie postérieure du mur latéral du calcaneus, en arrière du tubercule des fibulaires. Le ligament calcanéofibulaire est croisé en surface par les tendons fibulaires et leur gaine qui

laissent une empreinte concave. En profondeur, il est séparé de l'articulation sous-talienne par le ligament talocalcanéen. Le ligament calcanéofibulaire contrôle deux articulations (talocrurale et sous-talienne) contrairement aux deux autres éléments du ligament collatéral latéral qui ne contrôlent que l'articulation talocrurale. Le ligament calcanéofibulaire est toujours tendu lors des mouvements de la cheville, il devient horizontal en flexion plantaire et vertical en flexion dorsale. Le valgus ou varus du talus modifie considérablement la tension du ligament calcanéofibulaire et explique les traumatismes possibles de ce ligament sans flexion de la cheville associée. (10)

- Le ligament talofibulaire postérieur (LTFP) : c'est un ligament épais, résistant, fasciculé, triangulaire à pointe latérale et dont la direction est grossièrement horizontale. Il prend son origine sur le bord médial de la malléole latérale au niveau de la fossette malléolaire et se dirige vers le bord postérolatéral du talus. Il s'insère sur une crête située le long du bord postéro-inférieur de la surface malléolaire latérale du talus. Certaines fibres à la partie supérieure du ligament talofibulaire postérieur se dirigent en dedans et en haut vers le bord postérieur du tibia. Ces fibres fusionnent avec le faisceau profond du ligament tibiofibulaire postérieur (ligament transverse) pour renforcer le labrum existant au niveau de la marge postérieure du tibia. Ces fibres forment le ligament intermalléolaire postérieur. (10)

2.1.2 Les muscles : éléments de stabilité latérale actif de la cheville

Les éléments de stabilité latérale actif de la cheville sont représentés par les muscles fibulaires qui sont les principaux éverseurs de l'arrière-pied.(11) La position de la cheville (en flexion



plantaire ou dorsale) au moment du traumatisme et les caractéristiques de la force appliquée (rotation latérale ou médiale) déterminent les structures ligamentaires de la cheville qui sont traumatisées.

❖ Les muscles fibulaires : (11)

Les deux muscles sont innervés par le nerf fibulaire superficiel et composent la loge latérale du segment jambier. Au niveau de la cheville ils sont rétro-malléolaires latéraux.

- Le muscle court fibulaire s'insère en proximal à la moitié inférieure de la face latérale de la diaphyse fibulaire. Il se dirige

dans le sillon supérieur de la trochlée fibulaire, pour s'insérer distalement à l'apex de la base du cinquième métatarsien.

- Le muscle long fibulaire s'insère sur la face latérale du corps et sur le col de la fibula, ainsi que sur le condyle tibial et les septums inter-musculaires antérieurs et latéraux. Il se dirige sous la trochlée fibulaire du calcaneus pour s'insérer en distal au niveau de la base du premier métatarsien et sur le premier cunéiforme. Au milieu du segment jambier, le corps charnu du muscle devient un tendon.

3 L'entorse de cheville

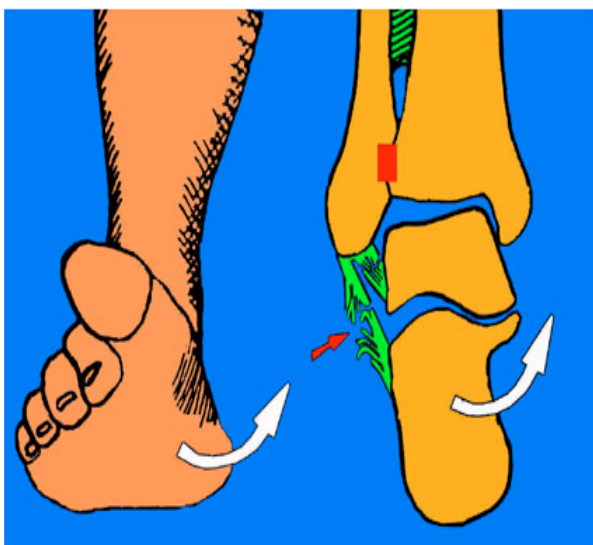
3.1 Définition et épidémiologie

Une entorse est un déplacement de deux surfaces articulaires avec retour spontané à la position initiale.

L'entorse se caractérise par une atteinte d'un ligament articulaire qui va du simple étirement à la rupture totale. C'est en fait la conséquence d'un mouvement forcé allant au-delà de l'amplitude permise par l'articulation.

L'entorse de cheville est généralement considérée comme un traumatisme « banal ». Cependant, l'instabilité occasionnée par les récurrences peut être à l'origine d'une altération du cartilage et provoquer une dégénération de type arthrosique.

3.2 Le mécanisme lésionnel



Le mécanisme lésionnel d'entorse latérale de cheville le plus fréquemment rencontré est un mouvement d'inversion forcée, c'est à dire une combinaison de mouvement de flexion plantaire, d'adduction et de supination. C'est une blessure qui survient souvent dans la pratique d'activité sportive, et généralement lors de changements de direction ou lors de la prise d'appui du pied au sol après un saut ou pendant une course. (12)

C'est le ligament talo-fibulaire antérieur qui est lésé en premier, mais si le mécanisme est encore plus prononcé, le ligament calcanéo-fibulaire puis le ligament talo-fibulaire postérieur peuvent être lésés. (12)

C'est pourquoi on classe les entorses selon leur gravité : (13)

- Grade 1 : entorse bénigne caractérisée par une simple distension. Ce type d'entorse ne compromet pas la stabilité de l'articulation. Les signes cliniques sont les suivants : marche normale, gonflement latéral modéré, varus passif sensible, tiroir antérieur indolore et palpation du ligament talo-fibulaire antérieur sensible.
- Grade 2 : entorse de gravité moyenne caractérisée par une rupture du ligament sans brèche de la capsule. Les signes cliniques sont : marche avec une boiterie d'esquive, gonflement antéro-latéral, ecchymose latérale, tiroir antérieur sensible, varus passif douloureux, palpation du ligament talo-fibulaire antérieur douloureuse.
- Grade 3 : entorse grave caractérisée par une rupture totale du ligament et des lésions osseuses ostéo-chondrales et de la capsule. Les signes cliniques sont les suivants : craquement initial, douleur initiale forte, marche avec appui difficile voire impossible, œdème antéro-latéral puis global, ecchymose latérale puis diffuse, tiroir antérieur positif, varus passif douloureux et palpation des trois ligaments latéraux de la cheville douloureuse.

Selon le grade, la reprise du terrain se fait entre quinze jours (grade 1) et un mois et demi (grade 3).

3.3 Les causes de l'entorse de cheville

Il existe 3 mécanismes majeurs impliqués dans les entorses de cheville qui sont :

- Neuro-physiologiques
- Musculaires
- Mécaniques

3.3.1 Causes neuro-physiologiques

Sous ce terme nous regroupons les déficits et/ou insuffisances proprioceptives et du contrôle postural.

En effet, à la suite d'une étude Freeman et Al ont posé une hypothèse : « les troubles de l'équilibre sont provoqués par les lésions des mécanorécepteurs articulaires et ligamentaires occasionnant des déficits proprioceptifs. »

Des déficits proprioceptifs concernant la position de l'articulation de la cheville peuvent être responsable d'entorses tels que le positionnement inapproprié du pied avant la réception d'un saut ou au moment de la pose du pied. (2)

D'autre part, les étirements musculaires pourraient être à l'origine d'entorse car ils provoquent une modification de la sensibilité des récepteurs, de la force musculaire, du tonus et de la longueur du tendon au repos. (2)

L'une des causes discutées dans la littérature sur les pathologies d'entorses aiguës ou chroniques de cheville est l'altération des systèmes proprioceptifs périphériques et centraux. En effet, le contrôle du mouvement dépend de la qualité des afférences cutanées, articulaires et musculaires. (2)

3.3.2 Causes musculaires

Le déficit de force musculaire est une des causes possibles de récurrences d'entorses de cheville. En effet, à travers la littérature on peut retrouver qu'il existe certains facteurs musculaires qui peuvent être à l'origine d'entorse de cheville tels que : une faiblesse musculaire des éverseurs, c'est à dire des muscles réalisant un mouvement combiné de flexion dorsale, abduction et pronation. Un ratio de force entre inverseurs et éverseurs non adapté peut aussi être l'une des causes musculaires. En revanche, certains auteurs ont aussi mis en évidence qu'il n'existait pas forcément de déficit musculaire ou de différences de ratios (éverseurs/inverseurs) avec des sujets ne présentant pas d'entorse latérale de cheville. (2)

Ainsi, il ne semble pas qu'il y ait de relation entre l'incidence des entorses latérales de cheville et la force musculaire. (2)

3.3.3 Causes mécaniques

Les causes mécaniques regroupent différentes pathologies telles que les laxités locales, les inflammations ou affections synoviales.

D'après la littérature la laxité ne représente pas un facteur prédisposant aux phénomènes d'entorses latérales de cheville. Dans une étude réalisée par Fuller en 1999, il constate que lors de la phase d'impact du pied au sol la position du centre de pression par

rapport à l'articulation subtalaire pourrait occasionner des entorses. En effet, il a mis en évidence que l'augmentation du temps de la force de réaction du sol provoquerait une supination plus importante et donc augmenterait le risque de lésion du ligament collatéral latéral. (2)

4 Le système sensori-moteur

4.1 Les éléments du système sensori-moteur et la boucle sensori-motrice

Par sa position anatomique, la cheville présente sans cesse des perturbations dues aux variations de l'environnement (surface du sol, type de chaussage...). Elle doit donc bénéficier en retour d'un système sensori-moteur optimal. Pour cela le traitement de l'information selon le niveau d'intégration devra être le plus rapide possible, ce qui passe par une boucle sensori-motrice efficace. Ainsi la cheville pourra faire face plus facilement aux déstabilisations intrinsèques et extrinsèques.

Le système sensori-moteur est auto-organisé, on peut parler de « contrôle bouclé ».

Le contrôle moteur est effectué par le système nerveux central (SNC) et le système nerveux périphérique (SNP). Ces deux systèmes sont complémentaires : le SNC a un rôle dans l'activation et la coordination des effecteurs que sont les muscles permettant d'obtenir un mouvement alors que le SNP permet la transmission de l'information.

A travers la littérature, on constate que le contrôle moteur peut agir selon deux modes différents :

- Un système proactif (« feedforward ») en boucle ouverte qui concerne des mouvements entièrement préprogrammés avant leur exécution (modèle de Schmidt). Il permet donc de reproduire le même mouvement à chaque fois. Cependant, le système proactif n'ayant aucun retour sur le ou les mouvements exécutés il ne prend pas en compte les perturbations intervenant lors du mouvement. (14)
- Un système rétroactif (« feedback ») en boucle fermée qui utilise les informations sensorielles des récepteurs périphériques afin de chercher à corriger l'erreur entre le mouvement réalisé et celui attendu. Ce système permet alors de compenser les perturbations qui se présentent lors du mouvement. Le problème dans ce système est qu'il présente des délais de rétroaction correspondant à la durée nécessaire pour véhiculer l'information afférente. En effet, ces délais beaucoup trop longs, ne peuvent expliquer certains mouvements du corps humain, tel que les mouvements balistiques rapides.

Cependant en pratique, le système nerveux central associe très souvent ces deux systèmes.

Du fait des délais importants de rétroaction de la boucle sensorimotrice, Desmurget et Al, ont émis l'hypothèse que les mouvements étaient préprogrammés et que la boucle fermée de rétroaction présente une influence sur la fin du mouvement. De cette hypothèse ils en ont déduit qu'un mouvement doit posséder des schémas moteurs intégrés pour lesquels une anticipation de la commande motrice permettrait de préprogrammer le schéma moteur du segment concerné par le mouvement à l'aide d'une boucle rétroactive. Cela aboutirait à un contrôle des programmes moteurs d'activation musculaire lors du mouvement. (15)

4.1.1 La proprioception : point de départ du système sensori-moteur

La proprioception est un terme issu du latin : proprius « qui appartient à » et capere « recueillir ». Elle se définit par notre capacité à connaître la position de notre corps dans l'espace ou de chacun de nos membres les uns par rapport aux autres et, à évaluer la résistance contre laquelle une tâche motrice est réalisée (16).

D'après Le Carvozin, la proprioception est décrite comme étant « une connaissance des parties du corps, de leur position et de leur mouvement dans l'espace, sans que l'individu ait besoin de les vérifier avec ses yeux. » (17)

4.1.1.1 Les différentes informations proprioceptives

On peut différencier au niveau de cette sensibilité du corps, deux composantes : la première apportant une information statique appelée « statesthésie » (sensation de position des segments de membre), la seconde apportant une information dynamique appelée « kinesthésie » (sensation de déplacement). (17)

On peut distinguer deux éléments dans la physiologie de la proprioception :

- La proprioception inconsciente intervient dans le maintien de la station debout et dans les ajustements posturaux. Elle repose sur la mise en jeu des voies réflexes médullaires permettant des ajustements rapides et sera véhiculé par la voie spinocérébelleuse.
- La proprioception consciente, support de la statesthésie et de la kinesthésie, repose sur le traitement cortical des informations proprioceptives et sera véhiculé par la voie lemniscale.

4.1.1.2 Les mécanorécepteurs

A l'origine de la proprioception on retrouve un ensemble de cellules spécialisées appelées mécanorécepteurs. Ces derniers situés essentiellement au niveau des muscles et des tendons (les fuseaux neuromusculaires et les organes tendineux de Golgi) sont aussi présents au niveau des articulations et de la peau (corpuscule de Ruffini, Paccini).

❖ Les récepteurs capsulo-ligamentaires

Les récepteurs capsulo-ligamentaires englobent deux types de mécanorécepteurs :

- Les corpuscules de Ruffini : récepteurs statiques et dynamiques agissant sur un mode d'adaptation lente. Ce sont les plus nombreux au niveau des articulations. En l'absence de mouvement articulaire, ils ne sont actifs que dans un secteur bien précis appelé plage angulaire spécifique qui est situé entre 15° et 30°. (16)
- Les corpuscules de Paccini : récepteurs présents dans la capsule en quantité moindre. Ils présentent la particularité d'être inactifs lorsque l'articulation est immobile, mais fournissent des informations concernant l'accélération angulaire de l'articulation lorsque la vitesse du mouvement est suffisamment élevée.

❖ Les récepteurs musculo-tendineux

Ce sont des récepteurs tendineux situés dans les tendons musculaires et essentiellement représentés par les organes tendineux de Golgi agissant en série avec les fibres musculaires et sensibles à l'étirement musculaire. « Ces récepteurs sont des indicateurs de la tension exercée sur le muscle que celle-ci résulte d'une contraction ou d'un allongement du muscle ». (16)

❖ Les fuseaux neuromusculaires

Les fuseaux neuromusculaires (FNM) sont situés au niveau de la partie charnue de l'ensemble des muscles striés et sont à l'origine du réflexe myotatique. La variation de longueur musculaire ainsi que la vitesse de cette variation sont captées par les fuseaux neuromusculaires, ce qui entraîne la contraction du muscle étiré. Ils ont donc un rôle déterminant dans le maintien du tonus des muscles posturaux. (18) Le nombre de FNM varie entre 5 FNM et 70 FNM par gramme de muscle. (19)

Les fuseaux neuromusculaires sont composés de :

➤ Fibres intrafusales :

Il existe deux types de fibres intrafusales appelées fibres à sac et fibres à chaîne. Elles sont orientées de façon parallèle aux fibres responsables de la contraction musculaire. Par ailleurs ces fibres modifiées sont enroulées autour d'un fuseau et ne présentent aucune contraction, elles servent de récepteurs sensoriels.

Les fibres intrafusales ont leur propre innervation qui se fait par les voies afférentes du motoneurone γ . (20) (21)

➤ Fibres extrafusales :

Ce sont les fibres contractiles ordinaires du muscle.

❖ Les voies proprioceptives ascendantes

Concernant les voies proprioceptives ascendantes, il existe deux systèmes sensitifs ascendants qui transmettent les informations provenant des capteurs proprioceptifs périphériques aux centres nerveux supérieurs :

- La voie lemniscale conduit les informations proprioceptives conscientes ainsi que la sensibilité extéroceptive épicrotique.
- Les voies spinocérébelleuses conduisent la sensibilité proprioceptive inconsciente. (17).

Ainsi, après que les informations proprioceptives aient été acheminées jusqu'au système nerveux central, elles y sont intégrées afin d'obtenir une réponse motrice adaptée. Selon la voie empruntée et le niveau central de l'intégration, les informations seront dites conscientes ou inconscientes.

Il semble donc qu'il coexiste au sein même du système nerveux, deux systèmes proprioceptifs parallèles, l'un conscient, élaborant une représentation sensori-motrice du corps, relativement abstraite, l'autre inconscient, dévolu à un contrôle plus fin, capable de coder les paramètres dynamiques du mouvement. (17)

A la suite d'une entorse de cheville ayant provoqué une ou plusieurs lésions anatomiques telles que l'atteinte partielle ou totale d'un ou plusieurs faisceaux du ligament collatéral latéral, le sens proprioceptif peut être altéré puisque l'étirement des structures capsulo-ligamentaires amène à une détérioration des mécanorécepteurs. (22)

4.1.2 Message proprioceptif : l'intégration

4.1.2.1 La moëlle épinière : premier centre intégrateur

La moëlle épinière fait partie du système nerveux central et du système nerveux périphérique. C'est un élément de transition du cerveau au tronc et aux membres. Elle s'étend dans le canal rachidien, du foramen occipital jusqu'au niveau de la deuxième vertèbre lombaire, et mesure environ 45 cm de long sur 1 cm de diamètre. C'est un centre réflexe et intégratif c'est à dire que la moëlle épinière va intégrer un message et être capable de fournir des réponses motrices adaptées.

4.1.2.2 Le tronc cérébral : deuxième centre intégrateur

Au niveau du tronc cérébral, les informations proprioceptives sont croisées avec les informations vestibulaires et visuelles. Le tronc cérébral moteur, par l'intermédiaire de la voie pyramidale et plus précisément cortico-spinale, joue un rôle important pour la réalisation d'un acte moteur volontaire. D'autre part, il intervient dans le maintien et la modulation du tonus musculaire. (18)

4.2 Le contrôle moteur de la cheville

En 1965, Freeman puis Castaing et Delplace en France dans les années 1970 furent les premiers à supposer que le problème rencontré dans les rééducations n'était pas nécessairement un manque de force des muscles mais plutôt une inadaptation de la réponse musculaire aux sollicitations subies. Ainsi, l'objectif des exercices de rééducation proposés par Freeman était d'améliorer la réponse des muscles péri-articulaires en apprenant au patient à stabiliser son appui en unipodal sur un plateau instable. (23)

En 1988, Thonnard met en évidence que le temps moyen de latence qu'il faut pour permettre une réponse des muscles fibulaires est d'environ 80 millisecondes (ms) alors que le mécanisme de lésion ligamentaire est de 30 ms. Il formule donc une hypothèse : « des phénomènes d'anticipation permettant d'adopter une stratégie d'évitement de l'entorse doivent exister ». (24) Pour l'auteur il est donc important d'avoir un apprentissage des situations à risque.

En 2006, Fayolle (23) explique qu'il existe une combinaison des systèmes proactifs et rétroactifs. Au niveau central, l'apprentissage de chaque activité gestuelle permet d'acquérir un système d'anticipation (feedforward) permettant d'envoyer des ordres moteurs qui génèrent une pré-tension musculaire. Ce phénomène d'anticipation permet d'ajuster en permanence les afférences que le système nerveux central reçoit (feedback) et celles qu'il s'attend à recevoir (feedforward). S'il existe une discordance entre ces deux sources informationnelles, le geste moteur est corrigé, évitant ainsi l'entorse.

Concrètement, la commande motrice produite lors de l'action de marcher permet au SNC de prédire l'instant où le pied entrera en contact avec le sol et d'entraîner de manière anticipée l'activation des fibulaires environ 80 ms avant la pose du talon au sol. Simultanément, le SNC reçoit des informations afférentes en provenance des récepteurs de la cheville pour déterminer si cette pro-activation est nécessaire ou non (23).

Au niveau périphérique, les muscles reçoivent les efférences du cortex moteur ainsi que des informations des récepteurs périphériques par l'intermédiaire des boucles sensori-motrices. Une mise en pré-tension des muscles par anticipation sert à éviter les situations traumatiques en générant une raideur active s'opposant aux mécanismes d'entorse. Les activités réflexes empruntant la boucle sensorimotrice et notamment le réflexe myotatique d'étirement « ne servent pas à protéger l'articulation, mais à affiner les patterns moteurs d'anticipation ». (25)

4.2.1 Rôle après une entorse de cheville

A la suite du traumatisme, des lésions anatomiques ont été créées telles que l'atteinte d'un ou de plusieurs faisceaux du ligament collatéral latéral de cheville provoquant une altération plus ou moins importante des capacités proprioceptives. Le contrôle moteur de cheville est ainsi déficient.

La cheville étant l'articulation distale du membre inférieur, le système neuromusculaire doit être performant. Les informations proprioceptives et somesthésiques sont transmises au

système nerveux central (SNC) afin qu'il mette en place les réactions d'équilibration adéquate.

Ainsi en présence d'une mauvaise régulation posturale lors d'un mouvement d'inversion brusque, les mécanismes de protection articulaire risquent d'arriver trop tard et seront mal adaptés. (26)

Il s'agira ainsi, à travers cette étude d'articles, de montrer si le travail sensori-moteur de cheville a un impact ou non sur la prévention des récurrences d'entorse latérale de cheville.

5 Méthodes de sélection des articles

5.1 Stratégie de recherche

Pour réaliser cette revue de littérature, une recherche a été réalisée à l'aide de différents moteurs de recherche afin de sélectionner plusieurs études. Les moteurs de recherches EMconsulte, Pubmed, PEDro ont été utilisés pour obtenir les articles dont la pertinence est la plus importante possible.

Pour la sélection des articles francophones, les mots clés utilisés étaient :

- cheville
- entorse de cheville
- entraînement neuromusculaire, proprioception, sensori-moteur
- prévention
- récurrences

Concernant les articles anglo-saxons, les MeSH (Medical Subject Headings) utilisés étaient :

- ankle
- ankle sprain, ankle injuries
- physical therapy, rehabilitation, proprioception, neuromuscular control
- sensorimotor system
- prevention
- recurrences

Les recherches à l'aide de mots clés ont été effectuées sur différents sites de recherches tels que Pubmed, PEDro et EMconsulte.

Les équations de recherche étaient les suivantes :

- Pour EMconsulte : "entorse de cheville" ET sensori-moteur ET récidives ET prévention donnant 97 résultats.
- Pour Pubmed : « ankle sprain » OR « ankle injuries » AND sensorimotor AND prevention AND recurrences donnant 4 résultats.
- Pour PEDro : « ankle sprain » AND « physical therapy » donnant 40 résultats.

Par ailleurs les bibliographies des articles lus à travers la recherche ont aussi été étudiées permettant de fournir des références supplémentaires. Ainsi les études en lien avec le sujet ont aussi pu être sélectionnées.

5.2 Sélection des articles

Tout d'abord, une première sélection est faite par les titres et les résumés de chaque article en tenant compte du sujet du mémoire ainsi que de sa problématique.

Les critères d'exclusion sont les suivants :

- Population non sportive.
- Pathologies associées autres que l'entorse et l'instabilité chronique de cheville.
- Patient présentant une autre rééducation qu'un entraînement neuromusculaire tels que le taping et l'électrostimulation.
- Présence de fractures lors de l'entorse de cheville.

Les études datant des années inférieures à 2004 ne sont pas présentes dans ce travail.

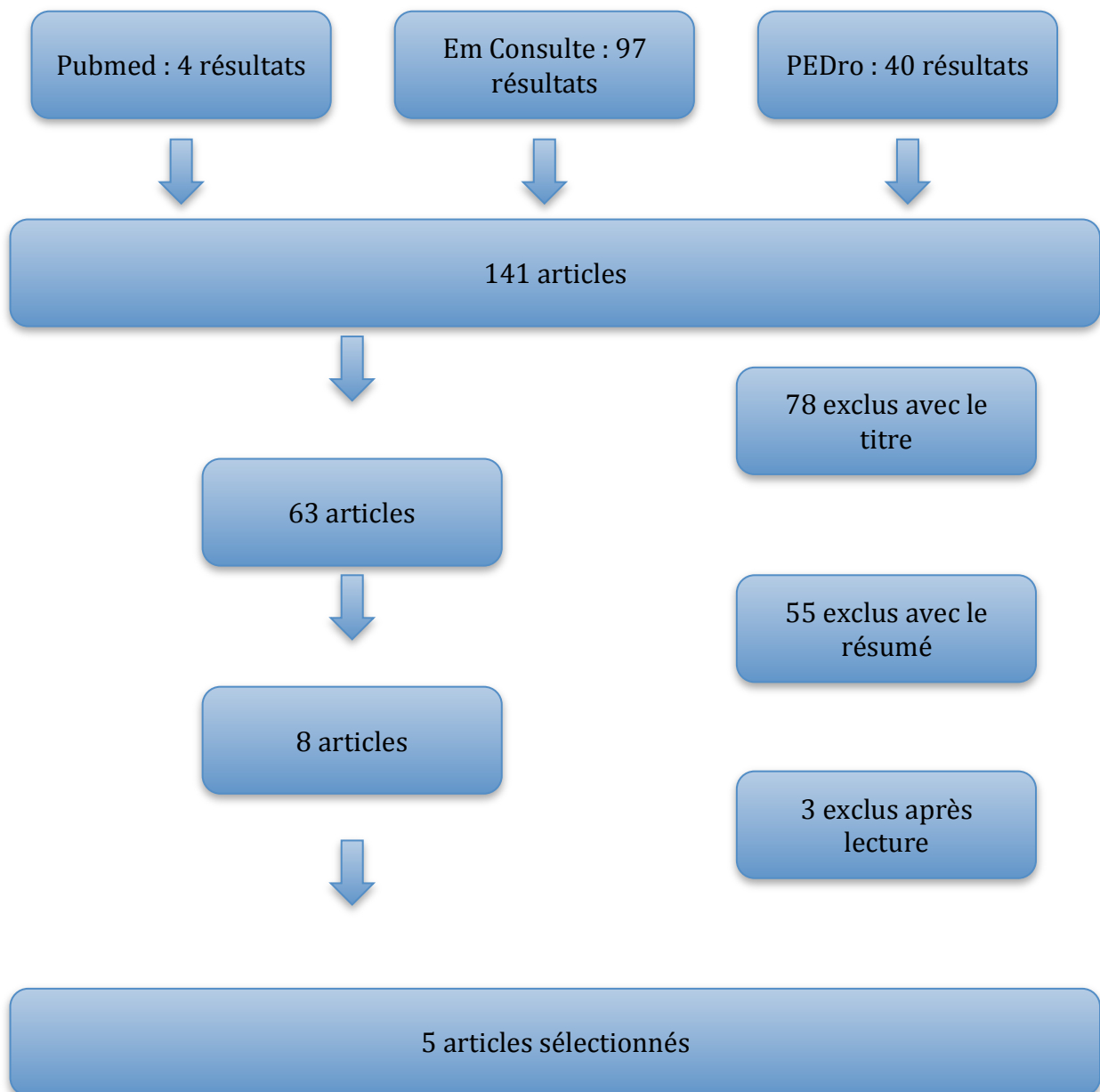


Schéma de démarche de recherche :

A la suite des recherches les articles sélectionnés sont :

- Stasinopoulos D. Comparison of three preventive methods in order to reduce the incidence of ankle inversion sprains among female volleyball players. Br J Sports Med. 2004 Avril : p. 182–185.
- Maarten D W Hupperets and Al. Effect of unsupervised home based proprioceptive training on recurrences of ankle sprain: randomised controlled trial. BMJ. 2009 Juillet: p. 1-6.

- A. Ben Moussa Zouita and Al. The effect of 8-weeks proprioceptive exercise program in postural sway and isokinetic strength of ankle sprains of Tunisian athletes. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*. 2013 Décembre: p. 634-643.
- McGuine Timothy A. and Al. The Effect of a Balance Training Program on the Risk of Ankle Sprains in High School Athletes. *The American Journal of Sports Medicine*. 2006: p. 1103-1111.
- Mohammadi F, MSc , PT. Comparison of 3 Preventive Methods to Reduce the Recurrence of Ankle Inversion Sprains in Male Soccer Players. *The American Journal of Sports Medicine*. 2007: p. 922-926.

5.3 Qualité des articles

L'évaluation de la qualité des articles a été faite à l'aide de l'échelle PEDro : [annexe 1]

- score de 1 sur 10 (stasinopoulos en 2004)
- score de 5 sur 10 (Mohammadi en 2007)
- score de 8 sur 10 (Hupperets en 2009)
- score de 6 sur 10 (McGuine en 2006)
- score de 7 sur 10 (Zouita en 2013)

5.4 Résumé des articles

- ❖ Comparison of three preventive methods in order to reduce the incidence of ankle inversion sprains among female volleyball players, Stanisopoulos:

Stasinopoulos a publié en 2004 (27) un article qui compare le port d'attelle, l'entraînement sur le disque type « Freeman » et l'apprentissage de techniques spécifiques à la pratique du volley-ball. C'est ce dernier groupe qui rapporte les meilleurs résultats. Son étude porte sur une population strictement féminine puisqu'il s'agit de 52 joueuses de volley-ball dont la moyenne d'âge est de 23 ans.

L'étude a été menée pendant une saison sportive c'est à dire environ 10 mois à raison de 30 minutes en moyenne par jour ce qui représente au total 140 heures.

Les outils de traitement utilisés dans la plupart des études, que cela soit avec ou sans le disque, sont des exercices d'entraînement neuromusculaire assez généraux alors que l'apprentissage de techniques propres à une pratique sportive est un entraînement plus

fonctionnel. Ce type d'exercice est aussi une forme d'entraînement neuromusculaire mais plus spécifique à une pratique sportive et il semblerait, selon cette étude, aboutir à de meilleurs résultats.

Il a été démontré qu'un apprentissage de techniques spécifiques lors de la réception d'un saut présentait le meilleur taux pour prévenir les récurrences d'entorse de cheville. Par ailleurs l'entraînement neuromusculaire semble aussi avoir un impact favorable dans la prévention des récurrences.

Il est important de noter que l'absence de groupe témoin dans cette étude ne permet pas d'évaluer et de comparer l'impact de la prévention sur le taux de récurrences.

❖ Effect of unsupervised home based proprioceptive training on recurrences of ankle sprain: randomised controlled trial, Hupperets:

L'objectif de Hupperets et Al en 2009 (28) est de démontrer si la mise en place d'un programme d'entraînement neuromusculaire peut réduire le nombre de récurrences d'entorses. Ainsi pour cela, il va comparer l'effet d'un traitement neuromusculaire réalisé à l'aide d'un disque provoquant des déstabilisations par rapport à un groupe témoin ayant eu le seul traitement conventionnel : le protocole GREC (glaçage, repos, élévation, compression).

Pour cette étude, 522 athlètes ayant eu un épisode d'entorse dans les 2 mois précédents sont répartis en 2 groupes. Cependant, il est important de constater que le stade de l'entorse n'est pas précisé.

Les exercices ont été menés pendant 8 semaines à raison de séances de 30 minutes 3 fois par semaine. Pour évaluer le taux de récurrences la durée de suivi était d'une année.

Les résultats démontrent l'efficacité de l'entraînement neuromusculaire sur la diminution de récurrences par rapport au groupe témoin. En effet, dans le groupe témoin 33% des sujets ont été victime d'une récurrence contre 22% dans le groupe ayant réalisé les exercices, soit une différence de 33 sujets sur 261 dans chaque groupe.

❖ The effect of 8-weeks proprioceptive exercise program in postural sway and isokinetic strength of ankle sprains of Tunisian athletes, Zouita :

Dans l'étude de Zouita et Al en 2013 (29), l'objectif est de montrer si un travail de proprioception peut avoir un impact sur les performances isocinétiques et posturales de

l'articulation de la cheville suite à une entorse latérale afin de pouvoir prévenir toute nouvelle blessure.

Pour cela 16 sportifs volontaires ayant eu une entorse le mois précédant l'étude dont la moyenne d'âge est de 22 ans sont répartis en deux groupes. Le premier sera le groupe contrôle composé de sportifs n'ayant pas de pathologies articulaires, ligamentaires, musculaires des membres inférieurs. Pour le second qualifié d'expérimental, les sportifs présentent unilatéralement une entorse latérale de cheville qui est de stade moyen.

Cette étude va être effectuée sur 8 semaines à raison de 3 séances de 30 minutes par semaine, soit au total 12 heures de travail proprioceptif.

Les résultats démontrent une amélioration de la stabilité posturale qui est objectivée par une diminution de la vitesse d'oscillation du centre de gravité en appui unipodal. Il y a donc une convergence des résultats des deux membres inférieurs dans le groupe expérimental amenant à dire qu'un programme de 8 semaines peut avoir un effet favorable sur la stabilité posturale à la suite d'une entorse de cheville. Cela montre qu'un entraînement neuromusculaire permet une amélioration de la stabilité de cheville puisque cette dernière converge vers les résultats d'une cheville non pathologique.

❖ The Effect of a Balance Training Program on the Risk of Ankle Sprains in High School Athletes, McGuine:

L'article de McGuine et Al en 2006 (30) a souhaité évaluer si un programme d'entraînement centré sur l'équilibre pourrait permettre de réduire le nombre d'entorses de cheville. Ce programme est mis en application lors de la pré-saison et maintenu pendant toute la durée de la saison.

Pour cela 765 footballeurs et basketteurs sont retenus (523 filles et 242 garçons) dont la moyenne d'âge est de 17 ans. Par ailleurs seul 24% des sujets ont été auparavant confronté à une entorse de cheville et le stade de l'entorse est inconnu.

Ils ont ensuite été répartis de façon aléatoire en deux groupes : le premier va suivre un programme d'entraînement à l'équilibre et le second est un groupe témoin. Concernant le programme il est séparé en 5 phases. Initialement un travail d'équilibration en unipodal est effectué sur une surface plane les yeux ouverts et fermés. Ensuite des exercices fonctionnels tels que le lancer, la réception de ballon ainsi que le dribble en station unipodale sont effectués. L'évolution se fait sur un plan instable à partir d'un disque tout d'abord en appui bipodal puis unipodal les yeux ouverts puis fermés. Pour finir la 5^{ème} phase consiste en un travail d'équilibre unipodal sur plan instable associé à un exercice fonctionnel tel que le dribble avec un ballon pour le basketteur.

Les résultats démontrent que la mise en place d'un programme d'entraînement neuromusculaire permettra de réduire de façon significative le nombre d'entorses de cheville. En effet, dans le groupe témoin 39 sujets présentent un épisode d'entorse de cheville durant la saison contre seulement 23 dans le groupe expérimental. Le taux d'entorse de cheville serait alors diminué de 38% et l'entraînement neuromusculaire permettrait ainsi de réduire le risque de blessure.

❖ Comparison of 3 Preventive Methods to Reduce the Recurrence of Ankle Inversion Sprains in Male Soccer Players, Mohammadi:

Mohammadi et Al en 2007 (31) ont cherché à comparer différentes techniques afin de voir laquelle était la plus efficace pour prévenir le risque de récurrences d'entorse de cheville.

Pour cela il a sélectionné 80 footballeurs dont la moyenne d'âge est de 25 ans. Ils sont ensuite répartis de façon aléatoire en 4 groupes : travail sensorimoteur, renforcement musculaire, port d'attelle, témoin.

Concernant le groupe bénéficiant d'un entraînement sensori-moteur il s'agit d'exercice sur plan instable à l'aide d'un disque.

Les résultats montrent que l'entraînement neuromusculaire réalisé diminue considérablement le risque d'entorse latérale de cheville par rapport au groupe témoin ayant bénéficié d'aucune intervention, mais aussi par rapport aux groupes de renforcement musculaire et de port d'attelle. En effet, l'impact du travail neuromusculaire est à mettre en avant par rapport au groupe témoin puisque sur 20 sujets seul 1 a subi une récurrence contre 8 dans le groupe témoin. Il est important de noter que le groupe bénéficiant d'un renforcement musculaire des fibulaires présente un taux de récurrences de 4 sujets, donc plus élevé que celui de l'entraînement neuromusculaire.

6 Extraction des données

Tous les articles sélectionnés cherchent à montrer l'impact du travail sensori-moteur sur la prévention des récurrences d'entorse latérale de cheville. Pour cela des études ont choisi d'évaluer le taux de récurrences à la suite ou non d'une rééducation ayant inclus un travail sensori-moteur. Certaines études ont inclus un groupe témoin qui ne pratiquait aucun exercice et qui possédait comme seul traitement le protocole GREC.

Les différentes données des articles vont alors être décrites.

L'annexe 2 détaille les différents critères que l'on va développer par la suite.

6.1 Population

Sur l'ensemble des études sélectionnées nous avons une population totale de 1435 sujets. On totalise 823 femmes et 596 hommes. Seul l'étude de Zouita ne précise pas le sexe des sujets participants à l'étude. Pour l'ensemble des études, les sportifs évoluent pour la plupart à un niveau amateur ou semi-professionnel.

La moyenne d'âge la plus basse est de 17 ans pour l'étude de McGuine et la plus élevée est de 29 ans pour la population de Hupperets. La moyenne d'âge de l'ensemble des articles est donc de 23,2 ans.

Les études ont inclus des sujets ayant subi une entorse de cheville de gravité plus ou moins importante n'ayant pas occasionné de fracture. L'étude de Hupperets (2009) ne tient pas compte du stade de l'entorse contrairement à l'article de Zouita (2013) qui sélectionne les entorses de cheville de stade de moyenne gravité. Concernant les maladies, aucune autre pathologie n'est associée selon les critères d'inclusion et d'exclusion de notre étude.

6.2 Type d'intervention



Concernant les outils de traitement on constate que la plupart des études utilisent le disque de type « freeman » comme plan instable. Par ailleurs selon les études d'autres moyens de déstabilisations sont utilisés comme l'appui unipodal, des exercices avec ballon mais aussi certaines déstabilisations à l'aide de saut permettant de travailler la réception. Seul l'étude de Mohammadi (2007) utilise le disque comme unique outil de rééducation.

Malgré le fait que des protocoles très diversifiés et des outils de traitement différents existent pour l'entraînement neuromusculaire il en ressort qu'à travers ces études le plus utilisé est le plan instable. En effet, sur l'ensemble des études sélectionnées il y en a 4 qui utilisent un plan instable pour créer un déséquilibre. Par ailleurs l'étude de Zouita (2013) utilise un programme proprioceptif spécifique avec un travail sur plan stable et sur plan instable. Les exercices évoluent d'un plan stable à un plan instable puis d'un exercice sans balle à avec balle. L'étude de Stasinopoulos (2004) met en avant l'apprentissage de techniques spécifiques à la pratique du volley-ball à travers des réceptions de sauts pour améliorer les capacités sensori-motrices des sportifs.

6.3 Résultats

Concernant l'étude de Mohammadi en 2007, on constate que l'entraînement neuromusculaire réalisé diminue considérablement le risque d'entorse latérale de cheville par rapport au groupe témoin ayant bénéficié d'aucune intervention, mais aussi par rapport au groupe de renforcement musculaire et de port d'attelle. D'autre part on peut noter que l'auteur précise qu'entre les 3 groupes de comparaisons il n'y a aucune différence significative. Les résultats vont donc en faveur de l'entraînement neuromusculaire puisque le taux de récurrence d'entorses est de 5% pour ce groupe alors que pour le groupe témoin il est de 40%.

L'article de Hupperets et Al (2009) montre un taux de récurrence d'entorse plus faible pour le groupe ayant suivi un programme d'entraînement neuromusculaire adapté par rapport à un autre groupe contrôle ayant eu le traitement de base qui est le protocole GREC (glaçage, repos, élévation, compression). En effet, initialement les sujets des différents groupes ne présentaient aucune différence significative. En revanche, concernant les résultats finaux il est intéressant de signaler que le taux de récurrence d'entorse de cheville est diminué dans le groupe bénéficiant du traitement sensori-moteur puisqu'il est de 1.86 contre 2.90 pour le contrôle. Le risque relatif est donc de 0.63. Ce dernier a donc diminué de 35% dans le groupe d'intervention montrant ainsi l'efficacité de l'entraînement neuromusculaire.

Stanisopoulos en 2004 a démontré qu'un apprentissage de techniques spécifiques lors de la réception d'un saut présentait un meilleur taux pour prévenir les récurrences d'entorses de cheville. Par ailleurs l'entraînement neuromusculaire semble aussi avoir un impact favorable dans la prévention des récurrences. En effet ces deux groupes ne présentent pas de différences significatives. De ce fait, le taux de récurrence lors de la saison suivante est de 12% et 18% respectivement pour l'apprentissage spécifique des techniques de réception d'un saut et l'entraînement neuromusculaire contre 35% pour le groupe ayant bénéficié du port d'attelle.

Les résultats obtenus dans l'article de Zouita (2013) montrent qu'après 8 semaines de travail musculaire et sensori-moteur il y a une augmentation du moment de force musculaire avec une diminution de la durée d'accélération et de décélération au niveau des muscles fléchisseurs plantaires. Par ailleurs cette étude montre un gain dans la stabilité du membre pathologique. En effet, concernant la vitesse d'oscillation du centre de gravité qui est testé en appui unipodal on constate que sur sol dur elle passe de 0.73 deg/sec en moyenne à 0.7 et sur sol souple de 1.011 à 0.85. Cela montre donc qu'à la suite d'un programme impliquant un entraînement sensori-moteur l'impact sur la stabilité posturale est favorable. Il est aussi intéressant de noter que l'anticipation des contractions musculaires est abordée dans cette étude et montre que la vigilance musculaire peut permettre une protection efficace de la cheville contre les mécanismes traumatiques.

Les résultats obtenus par McGuine (2006) ont démontré l'effet d'un entraînement neuromusculaire. En effet, dans le groupe témoin 39 sujets présentent un épisode d'entorse de cheville durant la saison contre seulement 23 dans le groupe expérimental. Le taux d'entorses de cheville serait alors diminué de 38% ce qui permettrait de réduire le risque de blessures primaires ou de récurrences.

Par ailleurs, cette étude amène une donnée intéressante qui est la gravité de la récurrence. On constate ainsi que l'entraînement neuromusculaire présente non seulement un impact sur la récurrence puisque cette dernière est diminuée mais aussi sur la gravité de la blessure. En effet,

on constate que 73.9% des récurrences sont des blessures mineures contre 58.9% dans le groupe contrôle.

7 Analyse des résultats

Cette partie va nous permettre d'analyser les résultats des différentes études, leurs qualités et leurs limites. A travers cela il sera important de mettre en avant la pertinence de ce travail tout en le remettant en cause afin d'aboutir à de nouvelles pistes pour de futures recherches.

7.1 Interprétation des résultats

A travers l'ensemble des études sélectionnées on constate que le travail sensorimoteur à l'aide de plan instable présente un impact favorable à la prévention des récurrences d'entorses de cheville. Un travail effectué à l'aide d'exercices présentant un aspect fonctionnel paraît avoir une efficacité non négligeable afin de prévenir une nouvelle blessure. Cependant il est important de constater que l'absence de récurrence est impossible, mais le risque peut tout de même être diminué.

7.2 Limites des études

7.2.1 Qualité des articles

Concernant la qualité des articles sélectionnés, cette dernière est très variable. Dans notre sélection 4 articles totalisent un score sur l'échelle de PEDro supérieur à 5 permettant de dire que leur qualité méthodologique varie de modérée à haute. En revanche, un article présente un score inférieur à 5 et donc une qualité médiocre.

Si l'on fait la moyenne de l'ensemble des études retenues on obtient un score sur l'échelle de PEDro de 5.4 sur 10. En comparant cette dernière avec la moyenne générale des études randomisées calculées dans une étude parue en 2011, (32) qui est alors de 5.3 on s'aperçoit qu'on entre similairement dans la moyenne globale.

7.2.2 Population

Concernant la population, elle était très ciblée puisqu'il s'agissait de s'intéresser à des sujets sportifs qui pour la plupart avaient été confrontés quelques temps avant à une entorse latérale de cheville. Cela a donc restreint considérablement le nombre d'études parues depuis 2000.

Il était intéressant de cibler sur une population sportive pour évaluer la récurrence puisque ce sont des sujets qui présentent un facteur de risque important du fait de leur activité physique respective. De plus, en étant sportif la sollicitation est plus importante et donc le risque de blessure est augmenté.

7.2.3 Type d'intervention

On constate que dans l'ensemble des études retenues, une évolution dans la difficulté des exercices est effectuée. En effet, cela peut être fait par une augmentation des déstabilisations mais aussi par la suppression des compensations dues aux afférences visuelles. Cependant il est important de signaler que peu d'études axent la rééducation sur l'aspect fonctionnel du travail neuromusculaire. En effet, seule l'étude de Stanisopoulos prend en compte l'apprentissage spécifique à l'aide de réception de sauts.

8 Discussion

Impact du travail sensori-moteur dans la prévention des récurrences d'entorse latérale de cheville :

Après analyse des résultats des différentes études sélectionnées, il est intéressant de ressortir qu'un travail de reprogrammation sensori-motrice peut permettre de diminuer le nombre de récurrences d'entorse latérale de cheville.

En revanche, il ne suffit pas à lui seul pour prévenir une nouvelle blessure à long terme comme peut le montrer les taux de récurrences des différentes études.

L'association d'un travail sensori-moteur à une activité fonctionnelle en fin de rééducation semble avoir de meilleur résultat comme l'a démontré Stanisopoulos à travers son étude.

La rééducation neuromusculaire permettra en cas de nouvelle blessure d'avoir un impact en diminuant la gravité de l'entorse par rapport à celle qui aurait pu être occasionnée sans ce travail de rééducation puisque l'action de la boucle de rétroaction interviendra.

Cependant, le taux de récurrence reste encore trop important puisqu'il est présent dans 10 à 30% des cas. Il semble donc que la boucle sensorimotrice de rétroaction ne soit pas le mécanisme de protection articulaire optimal de la cheville.

A travers l'analyse des articles il en ressort que l'utilisation de plans instables de type « freeman » qui sont habituellement utilisés pour une rééducation proprioceptive « classique » engendre une activité de l'ensemble des muscles péri-articulaires de la cheville, sans cibler un mouvement en particulier. De plus, l'ensemble de ces exercices se fait à travers des activités non fonctionnelles. (33)

Si la rééducation sensori-motrice à l'aide de plateau instable a démontré une efficacité sur la prévention des récurrences d'entorse, elle ne reproduit pas le pattern de marche.

Il peut donc être intéressant d'étudier cela à travers le dispositif « myolux® ». [Annexe 3]

Ce dispositif cité précédemment consiste en une orthèse d'arrière pied articulée permettant des déstabilisations de la cheville en supination. Cela provoquerait au cours d'une activité physiologique telle que la marche, une augmentation de la pré-activité des muscles éverseurs à l'origine de la stabilisation active de la cheville. (33)

En complément d'un travail sensori-moteur il peut être intéressant de mettre en avant un possible travail de pro-activation des muscles fibulaires, aussi appelé vigilance musculaire pouvant diminuer la gravité de la blessure.

La pro-activation des muscles fibulaires :

L'objectif de ce travail anticipatif serait que le système nerveux central puisse intégrer au programme moteur un ordre d'activation des muscles fibulaires 80 ms avant la pose du talon au sol. Cette durée correspondant au délai électromécanique avant la mise en action de la contraction musculaire. (34)

Un travail en pro-activation des muscles fibulaires pourrait permettre aux sujets de marcher de façon tout à fait « normale » en verrouillant de façon active l'articulation de la cheville avant l'appui au sol correspondant à l'impact du talon. De ce fait, pour que l'efficacité soit optimale il est nécessaire de pro-activer les muscles fibulaires environ 80 ms avant la pose du talon.

Ce délai anticipatif permettrait ainsi une stabilisation de l'arrière pied par contraction musculaire lors du contact avec le sol. (34)

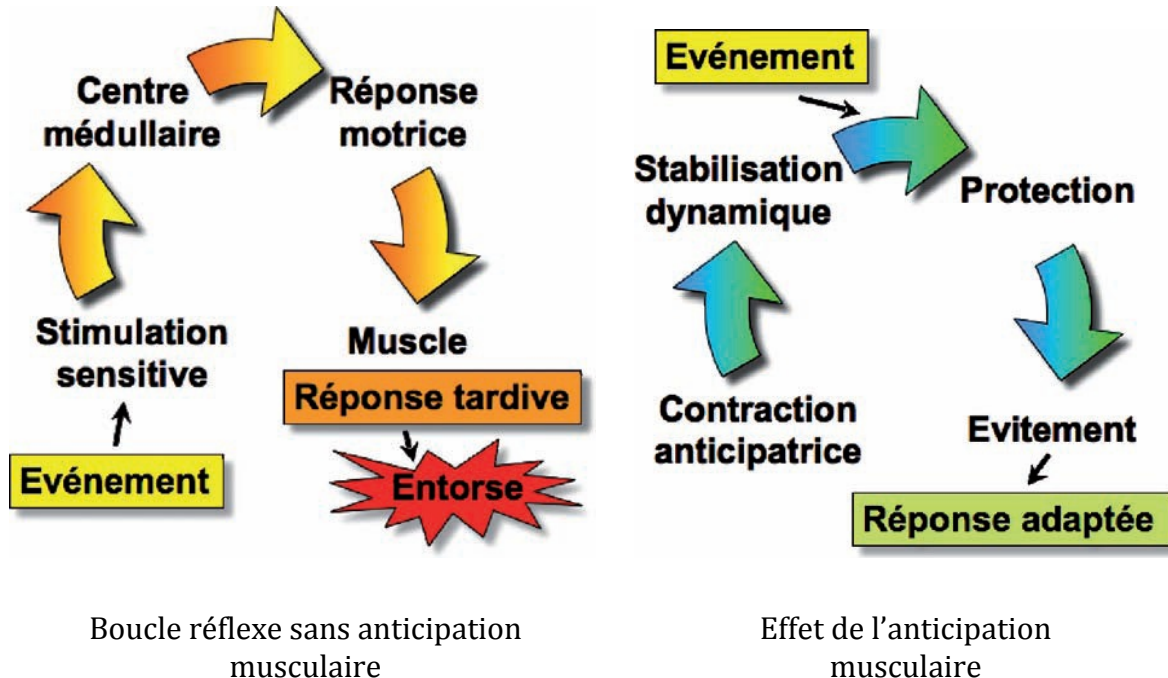
Forestier et Toschi ont démontré à travers une étude que l'activation des fibulaires étaient présente 77ms avant la pose du talon au sol. Pour cela, les sujets ont déambulé avec des chaussons équipés d'un articulateur sous l'arrière-pied provoquant une déstabilisation de la cheville selon l'axe d'Henké en inversion. Les résultats à l'EMG ont montré que les sujets présentaient un mécanisme d'activation des muscles fibulaires anticipée de 77mS par rapport aux conditions normales. (34)

❖ Mécanisme de pro-activation des fibulaires :

Ce mécanisme repose en la capacité de prédiction du SNC. En effet, par le biais de la copie d'efférence, c'est à dire de la commande motrice générée par le cortex moteur primaire et véhiculée à d'autres aires cérébrales ainsi qu'au cervelet, le SNC est capable d'anticiper les conséquences sensorielles des actions à venir et de les affiner de façon pro-active. (34)

La commande motrice générée pour réaliser une foulée permet au SNC de prédire l'instant où le pied entrera en contact avec le sol. Celui-ci intégrera de manière pro-active la commande d'activation des fibulaires environ 80 ms avant l'impact au sol.

Le schéma ci-dessous permettra de mettre en avant ces propos par rapport à une boucle réflexe chez une personne n'ayant pas de réponse anticipative, et qui sera à l'origine d'une entorse de cheville : (35)



Cette démarche de pro-activation des fibulaires présente un avantage intéressant : elle met en avant un travail fonctionnel et se rapproche des conditions physiologiques de l'entorse latérale de cheville.

En effet, Terrier et Al en 2013 (36) ont mis en évidence l'effet du dispositif « Myolux » permettant un travail d'anticipation des muscles éverseurs de la cheville. A travers leur étude ils ont montré que le taux de récurrences était fortement diminué puisque seulement 12% présentaient une nouvelle blessure. Ce dispositif permet à la fois un travail en force des fibulaires mais aussi un travail de contraction musculaire anticipée.

Dans l'étude de Forestier et Al publiée en 2012, il est intéressant d'observer que les muscles fibulaires présentent une activation plus de 75 ms avant l'instant pouvant occasionner l'entorse de cheville. Cela permet de suggérer que les éverseurs sont potentiellement capables de protéger la cheville dans le cas d'un mouvement d'inversion soudaine. (37) Cette étude faite à l'aide d'un dispositif « myolux » permet de mettre en évidence qu'une pro-activation des fibulaires avant la pose du talon au sol peut être envisageable afin de permettre une protection optimale de la cheville.

L'orthèse de déstabilisation d'arrière pied « Myolux » semble être intéressante du fait qu'elle se rapproche davantage des conditions physiologique et fonctionnelle de l'entorse latérale de cheville. De ce fait, ce dispositif permet des déstabilisations selon l'axe de Henke, axe s'orientant dans un mouvement d'inversion/éversion de la cheville.

Par ailleurs, un autre paramètre est très important pour la prise en compte des entorses latérale de cheville. En effet, la fatigue peut être à l'origine de blessure malgré un dispositif d'anticipation efficient.

La fatigue, un facteur de risque de blessures :

➤ Définition :

A travers le mot fatigue il peut y avoir diverses significations telles que : fatigué, surentraîné, épuisé. Ces mots décrivent un ensemble de sensations apparaissant à la suite d'une activité musculaire. (38)

➤ Manifestation de la fatigue :

Dans le cadre d'une population de sportifs la fatigue est caractérisée comme aiguë et est perçue comme tout à fait normale. Elle peut apparaître rapidement lors d'un effort, mais peut être de courte durée si l'individu possède un temps de repos. La fatigue peut donc avoir comme dans ce cas un rôle protecteur.

En revanche si cette dernière devient pathologique et chronique elle peut être un signe de surentraînement. Dans ce cas précis la fatigue peut se caractériser par une diminution des performances physiques et provoquer des blessures. (39)

Dans les activités sportives comme le football, le basket-ball, ou encore le tennis la fatigue est un facteur important. En effet, elle peut affecter la vitesse de course mais aussi la puissance et l'adresse d'un tir.

Il a été testé l'effet de la fatigue à l'aide d'une brève contraction par stimulation électrique. Les résultats montrent que la fatigue provoque une diminution de la force maximale lors de la contraction, mais surtout un ralentissement de la réponse contractile. D'autre part, il a été dit

que la fatigue a des répercussions au sein des muscles puisque cette dernière provoque un ralentissement de la vitesse de conduction du potentiel d'action musculaire. (20) (38)

La fatigue peut donc être un facteur aggravant le risque d'entorse de cheville par augmentation du délai de contraction des muscles fibulaires. Il faut donc être vigilant concernant cette fatigue et le risque de surentraînement pouvant occasionner des blessures à répétition.

De ce fait, toute pro-activation qui initialement semble efficace pour empêcher l'entorse pourrait être remise en cause par un phénomène de fatigue.

9 Conclusion

Le but de ce travail était de vérifier l'impact du travail sensori-moteur sur la prévention des récurrences d'entorses de cheville chez une population de sportifs. Après analyse de l'ensemble des études sélectionnées selon les critères élaborés, on peut dire que le travail sensori-moteur a une action favorable puisque ce dernier diminue le taux de blessures. Par ailleurs, il en ressort que l'objectif principal de la prise en charge d'une entorse de la cheville est la prévention de récurrence car celle-ci peut provoquer une instabilité chronique de cheville.

Le disque est un outil de traitement efficace qui est très souvent utilisé afin de provoquer des déséquilibres. Cependant après réflexion il peut être plus intéressant d'axer la rééducation neuromusculaire en associant un exercice fonctionnel, ce qui est très peu mis en place dans les exercices proposés.

Pour finir, comme le montre Chanussot et Danowski (33) l'intérêt d'une rééducation d'entorse latérale de cheville réside dans le développement de phénomènes d'anticipations d'origines centrale ou périphérique capables d'engendrer des activités musculaires préprogrammées en réponse à des déséquilibres néfastes pour l'articulation tibio-tarsienne.

Ainsi cette reprogrammation sensori-motrice doit être un véritable apprentissage qui doit modifier les schémas moteurs déjà enregistrés par le cortex cérébral.

Bibliographie

1. **Delaire M.** Place du taping dans la prévention de l'entorse de cheville. *Kinésithérapie La Revue*. 2014 Mars: p. 27-30.
2. **Bellaud E.** Une façon (re)pensée d'agir, les entorses de cheville peuvent-elles être prévenues? *Kinésithérapie La Revue*. 2006: p. 33-41.
3. **Toschi P, & Al.** kinésithérapie du sport : Nouvelle approche de la rééducation proprioceptive de la cheville (1ère partie). *Kinésithérapie scientifique*. 2004: p. 55-56.
4. **Noronha M, & Al.** Relationship Between Functional Ankle Instability and Postural Control. *Journal of Orhopaedic Sports Physical Therapy*. 2008 Décembre: p. 782-790.
5. **Van Rijn RM, Van Middelkoop M, & Al.** Re-sprains during the first 3 months after initial ankle sprain are related to incomplete recovery: an observational study. *Journal of Physiotherapy*. 2012: p. 181-188.
6. **Fong DT, Chan YY.** Understanding acute ankle ligamentous sprain injury in sports. *Sports Medicine, Arthroscopy, Rehabilitation, Therapy & Technology*. 2009 Juillet: p. 1-14.
7. **Taube W, & Al.** Cortical and spinal adaptations induced by balance training : correlation between stance stability and corticospinal activation. *Acta Physiologica Scandinavica*. 2007: p. 347-358.
8. **Eils E, & Al.** A multi-station proprioceptive exercise program in patients with instability. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2001.
9. **Van Rijn R, & Al.** Supervised exercises for adults with acute lateral ankle sprain : a randomised controlled trial. *British Journal of General Practice*. 2007: p. 793-800.
10. **Bauer T,HP.** Entorses de la cheville. *Kinésithérapie La Revue*. 2011.
11. **Drake RL, Vogl W, Mitchell AWM.** *Gray's: Elsevier Masson*; 2006.
12. **Kamina, P.** *Anatomie générale, membres. : Maloine*; 2008.
13. **Stephen HL. & Al.** Ankle sprains and other soft tissue injuries. *Current Opinion in Rheumatology*. 1999: p. 132-137.
14. **Le Carvozin P.** Aspects généraux de la physiologie de l'acte moteur. *Kinésithérapie scientifique*. 2007 Février: p. 7-21.
15. **Desmurget M. & Al.** Forward modeling allows feedback control for fast reaching movements. *Trends.Cogn.Sci*. 2000 Novembre: p. 423-431.
16. **Lamy JC.** Bases neurophysiologies de la proprioception. *Kinésithérapie Scientifique*. 2006 Décembre: p. 15-23.
17. **Le Carvozin P.** Neurophysiologie de la fonction proprioceptive et récupération postlésionnelle. *kinésithérapie la revue*. 2012 Aout-Septembre: p. 7-14.
18. **Dupui PMR.** *adpodologie.com*. [Online].; 2004.
19. **Bruyneel A.** Réflexion sur les tests d'évaluation clinique de la proprioception à partir d'une revue de la littérature. *Kinésithérapie La Revue*. 2013 novembre: p. 36-44.
20. **Latash M.** Bases neurophysiologiques du mouvement. In.: *De Boeck Université* ; 2002. p. 52-54.
21. **Ganong WF.** *physiologie médicale*. In.: *De Boeck*; 2005. p. 122-125.

22. **Vanbiervliet W.** Circonstances et mécanismes d'altération de la proprioception au cours de lésions anatomiques. La proprioception. In Al JM&, editor. La proprioception. Montpellier: Sauramps Médical; 2012. p. 66-77.
23. **Fayolle D.** Rééducation neuromusculaire sur instabilité de cheville chez le sportif. Kinésithérapie Scientifique. 2006: p. 48-51.
24. **Thonnard JL.** La pathogénie de l'entorse du ligament latéral externe de la cheville. Évaluation d'une hypothèse. Thèse en vue de l'obtention du grade de Docteur en réadaptation. Institut d'éducation physique et de réadaptation - Université Catholique de Louvain, Faculté de médecine; 1988.
25. **Chanussot JC & Al.** Nouvelle approche de la rééducation des entorses de la cheville. Un concept global au service de la biomécanique et de la neurophysiologie. Mains Libres. 2005: p. 8-15.
26. **Noronha M & Al.** Do voluntary strength, proprioception, range of motion, or postural sway predict occurrence of lateral ankle sprain ?. British Journal of Sports Medicine. 2006 Octobre: p. 824-828.
27. **Stasinopoulos D.** Comparison of three preventive methods in order to reduce the incidence of ankle inversion sprains among female volleyball players. Br J Sports Med. 2004 Avril : p. 182–185.
28. **Maarten D W Hupperets & Al.** Effect of unsupervised home based proprioceptive training on recurrences of ankle sprain: randomised controlled trial. BMJ. 2009 Juillet: p. 1-6.
29. **A. Ben Moussa Zouita & Al.** The effect of 8-weeks proprioceptive exercise program in postural sway and isokinetic strength of ankle sprains of Tunisian athletes. Annals of Physical and Rehabilitation Medicine. 2013 Décembre: p. 634-643.
30. **McGuine TA. & Al.** The Effect of a Balance Training Program on the Risk of Ankle Sprains in High School Athletes. The American Journal of Sports Medicine. 2006: p. 1103-1111.
31. **Mohammadi F. & Al.** Comparison of 3 Preventive Methods to Reduce the Recurrence of Ankle Inversion Sprains in Male Soccer Players. The American Journal of Sports Medicine. 2007: p. 922-926.
32. **Moseley AM, Herbert RD, & Al.** Reported quality of randomized controlled trials of physiotherapy interventions has improved over time. Journal of Clinical Epidemiology. 2011 Juin: p. 594-601.
33. **Chanussot JC, Danowski RG.** Rééducation en traumatologie du sport; 2005.
34. **Forestier N, Terrier R, Picot B.** Le contrôle moteur et la protection articulaire de la cheville: Optimisation de la reprogrammation neuro-musculaire : la pro-activation des fibulaires. Kinésithérapie Scientifique. 2012 Septembre: p. 55-58.
35. **Grathwohl S, Monvert A, Pichonnaz C.** Evaluation du traitement préventif de l'entorse de cheville avec le dispositif de proprioception myolux® chez le handballeur amateur. Kinésithérapie Scientifique. 2008 Janvier: p. 19-31.
36. **Terrier R, Forestier N, Toschi P, Gédor C.** Caractérisation de la prise en charge de l'entorse de cheville chez une population de jeunes sportifs. Kinésithérapie La Revue. 2013 Mars: p. 11-15.
37. **Forestier N, Toschi P, Terrier R, Picot B.** Des réactions posturales suite à une inversion soudaine de la cheville ?. Kinésithérapie Scientifique. 2012 Avril: p. 29-32.

38. **Jones D, Round J, De Haan A.** physiologie du muscle squelettique: Eslevier masson; 2005.
39. **Gomez D.** Les mécanismes de la fatigue liée à l'exercice physique. Kinésithérapie, les annales. 2004 Avril: p. 38-48.
40. **Beynonn B. & Al.** Predictive factors for lateral ankle sprains. Journal Of Athletic Training. 2002: p. 376-380.
41. **Wright I. & Al .** The influence of foot positionning on ankle sprains. J Biomech. 2000: p. 513-519.
42. **Kubo K. & Al.** Effects of transient muscle contractions and stretching on the tendon structures in vivo. Acta Physio Scand. 2002: p. 157-164.
43. **Proske U. & Al.** The role of muscle receptors in the detection of movements. Prog neurobio. 2000: p. 85-96.

Annexes

- **Annexe 1 : Qualité des articles, Echelle PEDro**
- **Annexe 2 : Tableaux récapitulatifs des articles**
- **Annexe 3 : Présentation dispositif « Myolux® »**

Annexe 1 : Qualité des articles, Echelle PEDro

Échelle PEDro

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

Annexe 2 : Tableaux récapitulatifs des articles

Article	Année	Population		Intervention		Comparaison	Outcome	
		Age	Population	Méthodes	durée		Durée de suivi	Outcome
Hupperets, M., Verhagen, E. & van Mechelen, W.	2009	29	522 athlètes : 248 femmes, 274 hommes.	ENM disque	12heures d'entraînement, 30 minutes 3 fois par semaine pendant 8 semaines	Protocole standard GREC (glaçage, repos, élévation, compression).	1 an	Récidive
Ben Moussa Zouita, A., & Al	2013	22	16 sportifs	Entraînement proprioceptif à l'aide d'un programme spécifique.	24 séances de 30 minutes pendant 8 semaines	Protocole standard GREC (glaçage, repos, élévation, compression).	8 semaines	Récidive
T. McGuine & Al	2006	17	765 athlètes : 523 femmes, 242 hommes	Entraînement de l'équilibre en 5 phases	5 séances de 10 minutes par semaine pendant 4 semaines	Un groupe témoin	1 an	Récidive
Mohammadi, F.	2007	25	80 hommes	ENM disque	140 heures d'entraînement, 30 minutes par jour pendant 40 jours	Un groupe témoin sans traitement Un groupe attelle Un groupe renforcement musculaire	Une saison sportive (environ 10 mois)	Récidive
Stanisopoulos & Al	2004	23	52 joueuses de volley-ball	ENM disque	140 heures d'entraînement, 30 minutes par jour pendant 40 jours	Un groupe avec immobilisation avec attelle, Un groupe avec apprentissage de techniques spécifiques	10 mois	Récidive

Annexe 3 : présentation dispositif « Myolux® » (2)

