



HAL
open science

Efficacité de la rééducation neuromusculaire chez les sportifs présentant une instabilité chronique de cheville

Adrien Dupont

► **To cite this version:**

Adrien Dupont. Efficacité de la rééducation neuromusculaire chez les sportifs présentant une instabilité chronique de cheville. Médecine humaine et pathologie. 2022. dumas-03958222

HAL Id: dumas-03958222

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03958222v1>

Submitted on 26 Jan 2023

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

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

**EFFICACITÉ DE LA RÉÉDUCATION
NEUROMUSCULAIRE CHEZ LES SPORTIFS
PRÉSENTANT UNE INSTABILITÉ
CHRONIQUE DE CHEVILLE**

DUPONT Adrien

Directeur de mémoire : M. MENAHEM Stephan

Remerciements

Je tiens à remercier mon maître de mémoire Monsieur MENAHEM Stephan pour le temps qu'il a accepté de me consacrer en vue de l'élaboration de ce mémoire.
Ses conseils furent importants et précieux.

Merci également à tous les enseignants de l'IFMK qui pendant ces quatre années, avec pédagogie et investissement, m'ont transmis à la fois les connaissances nécessaires mais également la passion pour cette profession.

Un grand merci à ma famille d'être présente et de m'avoir soutenu depuis le début, dans ma vie et dans mes études.
J'espère vous rendre fiers, vous êtes chers à mes yeux.

Courage à toi mon petit frère dans ces belles études, bientôt nous serons confrères.

Merci à Héloïse pour sa présence, son soutien, pour ce qu'elle est et plus encore...

Merci enfin à mes copains, au chemin parcouru depuis le lycée, à leur fidélité et à notre amitié essentielle.

Il n'est pas de gloire plus grande pour un homme que de montrer la légèreté de ses pieds et la force de ses bras.

Homère

Table des matières

1.	Introduction.....	1
1.1	Complexe articulaire de la cheville	1
1.1.1	L'articulation Talo-Crurale	1
1.1.2	L'articulation Tibio-Fibulaire Distale	2
1.1.3	L'articulation Subtalaire	2
1.2	La stabilité de la cheville.....	3
1.2.1	Le rôle des ligaments	3
1.2.1.1	Ligaments de l'articulation Talo-Crurale	3
1.2.1.2	Ligaments de l'articulation Tibio-Fibulaire Distale	4
1.2.1.3	Ligaments de l'articulation Subtalaire.....	5
1.2.2	Le rôle des muscles	6
1.2.3	Le rôle de la proprioception.....	7
1.3	L'instabilité chronique de cheville	8
1.3.1	Définition	8
1.3.2	Épidémiologie	9
1.3.2.1	L'entorse latérale de cheville	9
1.3.2.2	L'instabilité chronique de cheville.....	9
1.4	De l'entorse aux déficits pathomécaniques : Instabilité mécanique	9
1.4.1	Mécanismes lésionnels	10
1.4.2	Déficits pathomécaniques : Instabilité mécanique	10
1.4.2.1	Laxité pathologique	10
1.4.2.2	Limitations articulaires	10
1.4.2.3	Lésions des tissus articulaires	11
1.5	Des déficits pathomécaniques aux déficits sensori-moteurs : Instabilité fonctionnelle ...	12
1.5.1	Déficits sensitifs	12
1.5.1.1	Déficit proprioceptif	12
1.5.1.2	Déficit de la sensibilité cutanée.....	12
1.5.2	Déficits neuro-moteurs	12
1.5.2.1	Altération des réflexes	13
1.5.2.2	Inhibition neuromusculaire	13
1.6	De l'instabilité de cheville aux troubles posturaux.....	14
1.6.1	Notion de posture	14
1.6.2	Troubles posturaux	14
1.6.2.1	Altération du schéma moteur	14
1.6.2.2	Troubles de l'équilibre.....	15
1.6.2.3	Troubles de l'équilibre statique	15
1.6.2.4	Troubles de l'équilibre dynamique.....	15
1.7	Évaluation de l'instabilité de cheville.....	16
1.7.1	Évaluation de l'instabilité perçue.....	16
1.7.1.1	Cumberland Ankle Instability Tool (CAIT).....	16
1.7.1.2	Foot and Ankle Ability Measure (FAAM)	17
1.7.2	Évaluation du contrôle postural dynamique : Star Excursion Balance Test (SEBT)	17
1.7.3	La rééducation neuromusculaire de l'instabilité chronique de cheville : Recommandations	18
1.8	Objectif et intérêt de la revue de littérature	18
2.	Méthode	19
2.1	Critère d'éligibilité des études pour cette revue de littérature.....	19
2.1.1	Schéma des études	19

2.1.2	Population des études	19
2.1.3	Interventions et comparaisons des études	19
2.1.4	Critère de jugement de la revue	19
2.2	Méthodologie de recherche des études.....	20
2.2.1	Sources d'informations consultées	20
2.2.2	Équation de recherche.....	20
2.3	Méthodologie d'extraction des données	21
2.3.1	Stratégie de recherche.....	21
2.4	Méthode de sélection et d'analyse des données.....	22
2.4.1	Sélection des études	22
2.4.2	Qualité méthodologique des études sélectionnées.....	23
2.4.3	Extraction des données.....	23
2.4.4	Méthode de synthèse et d'analyse des résultats.....	23
3.	Résultats.....	24
3.1	Description des études	24
3.1.1	Diagramme de flux.....	24
3.1.2	Spencer Cain et al. 2020.....	26
3.1.3	Ben Anguish et al. 2018	27
3.1.4	Cruz-Diaz et al. 2015	28
3.1.5	Rafael Sierra-Guzmán et al. 2018.....	29
3.1.6	Wen-Dien Chang et al. 2021	30
3.2	Risques de biais des études incluses	31
3.2.1	Grille d'analyse PEDro.....	31
3.2.2	Synthèse des biais des études incluses	31
3.3	Effet de l'intervention sur les critères de jugements	34
3.3.1	Synthèse qualitative.....	34
3.3.1.1	Spencer Cain et al. 2020.....	34
3.3.1.2	Ben Anguish et al. 2018.....	34
3.3.1.3	Cruz-Diaz R et al. 2015.....	35
3.3.1.4	Rafael Sierra-Guzmán et al. 2018.....	35
3.3.1.5	Wen-Dien Chang et al. 2021.....	35
3.3.2	Synthèse quantitative : Meta-analyse.....	36
3.3.2.1	Critère de jugement principal : SEBT.....	36
3.3.2.2	Critères de jugement secondaires : CAIT / FAAM	38
4.	Discussion.....	39
4.1	Analyse des principaux résultats	39
4.1.1	Analyse des résultats du Star Excursion Balance Test.....	39
4.1.1.1	Analyse qualitative	39
4.1.1.2	Analyse quantitative.....	39
4.1.1.3	Analyse globale et niveau de preuve des résultats : Système GRADE	41
4.1.2	Analyse des résultats du Cumberland Ankle Instability Tool (CAIT).....	42
4.1.2.1	Analyse qualitative	42
4.1.2.2	Analyse quantitative.....	42
4.1.2.3	Analyse globale et niveau de preuve des résultats : Système GRADE	43
4.1.3	Analyse des résultats du Foot and Ankle Ability Measure (FAAM).....	43
4.1.3.1	Analyse qualitative	43
4.1.3.2	Analyse quantitative.....	44
4.1.3.3	Analyse globale et niveau de preuve des résultats : Système GRADE	45
4.2	Applicabilité des résultats en pratique clinique	45
4.2.1	Population.....	45

4.2.2	Intervention	46
4.2.3	Comparateur	47
4.2.4	Critère de jugement	47
4.3	Biais potentiel de la revue de littérature	47
4.3.1	Évaluation AMSTAR.....	47
4.3.2	Synthèse et analyse des résultats AMSTAR	49
5.	Conclusion	50
5.1	Implication pour la pratique clinique	50
5.2	Implication pour la recherche clinique.....	50
	Bibliographie	52
	Annexe	56

Tables des illustrations

Figures :

Figure 1 : Articulation Talocrurale.....	2
Figure 2 : Articulation Tibio Fibulaire Distale	2
Figure 3 : Articulation Subtalaire	3
Figure 6 : Ligaments de l'articulation Talocrurale	4
Figure 5 : Ligament Tibio-Fibulaire Distal.....	4
Figure 7 : Ligaments de l'articulation Subtalaire	5
Figure 8 : Synthèse du rôle des ligaments de la cheville.....	5
Figure 9 : Muscles stabilisateurs du complexe articulaire	6
Figure 10 : Voies sensibles du message proprioceptif	8
Figure 11 : L'instabilité Chronique de Cheville.....	8
Figure 12 : De l'entorse vers l'instabilité mécanique	11
Figure 13 : Des déficits pathomécaniques vers l'instabilité fonctionnelle.....	13
Figure 14 : De l'entorse vers les troubles du contrôle postural	16
Figure 15 : Diagramme de flux	24
Figure 16 : Synthèse graphique des risques de biais des études incluses.....	33

Tableaux :

Tableau 1 : Critère d'éligibilité de la revue de littérature	20
Tableau 2 : Bases de données médicales	20
Tableau 3 : Mots clés et Mesh Terms	21
Tableau 4 : Équation de recherche	21
Tableau 5 : Nombres de références par base de données.....	22
Tableau 6 : Nombres de références par base de données.....	22
Tableau 7 : Nombres de références par base de données.....	22
Tableau 8 : Nombres de références par base de données.....	22
Tableau 9 : Études exclues	25
Tableau 10 : Études incluses	25
Tableau 11 : Spencer Cain et al. 2020	26
Tableau 12 : Ben Anguiah et al. 2018.....	27
Tableau 13 : Cruz Diaz et al. 2018	28
Tableau 14 : Raphael Sierra Guzman et al. 2018.....	29
Tableau 15 : Wen Dien Chang et al. 2021	30
Tableau 16 : Risque de biais ; Échelle PEDro.....	32
Tableau 17 : Risque de biais ; Cochrane Collaboration	33
Tableau 18 : Forest Plot ; SEBT ; Intervention sans Vibration	36
Tableau 19 : Forest Plot ; SEBT ; Intervention avec Vibration.....	37
Tableau 20 : Forest Plot ; SEBT ; Étude avec 2 Interventions.....	38
Tableau 21 : Forest Plot ; CAIT et FAAM	38
Tableau 22 : Niveau de preuve GRADE pour l'équilibre dynamique postural	41
Tableau 23 : Niveau de preuve GRADE pour l'instabilité perçue (CAIT)	43
Tableau 24 : Niveau de preuve GRADE pour l'instabilité perçue (FAAM).....	45
Tableau 25 : Grille d'évaluation AMSTAR	48

Liste des abréviations

ICC : Instabilité Chronique de Cheville

RNM : Rééducation Neuromusculaire

SEBT : Star Excursion Balance Test

CAIT : Cumberland Ankle Instability Tool

FAAM-ADL : Foot and Ankle Ability Measure - Activity of Daily Living

FAAM-S : Foot and Ankle Ability Measure - Sports

1. Introduction

Ce mémoire exposera les mécanismes qui conduisent vers l'instabilité chronique de cheville chez les sportifs et par conséquent à des troubles posturaux statique et dynamique. Ces déficits sont connus pour entraîner les sportifs dans un cercle vicieux d'appréhension, de diminution de la pratique sportive, ainsi que d'apparitions ou de récurrences de blessures du membre inférieur.

Compte tenu des recommandations concernant la rééducation neuromusculaire, nous essaierons également, par le biais d'une revue de littérature, d'évaluer l'efficacité de programmes d'entraînement proprioceptifs dans l'amélioration des troubles dynamiques posturaux au sein d'une population sportive.

1.1 Complexe articulaire de la cheville

La cheville est un complexe articulaire mobile et met en présence 3 os, le tibia qui correspond à la malléole médiale, la fibula qui correspond à la malléole latérale, et le talus au centre de l'articulation et qui offre des surfaces articulaires à ces derniers pour former la « mortaise tibio-fibulaire ». Ces interfaces articulaires, permettront grâce à des moyens d'unions à la fois la stabilité et la mobilité de l'articulation talocrurale. [1]

En effet, la cheville est l'articulation qui permet « *l'appui au sol et la transmission de la répartition d'un régime de contraintes verticales (gravitaires) à un régime de contraintes horizontales (antigravitaires)* » et met donc en jeu un « *programme fonctionnel d'équilibre d'appui et de propulsion* ». [1]

Le calcaneus entre donc dans le complexe articulaire de la cheville par son articulation avec le talus ce qui fait de la cheville un vrai complexe tibio-fibulo-talo-calcaneen.

1.1.1 L'articulation Talo-Crurale

L'articulation talocrurale est au sein d'une capsule articulaire qui s'insère sur le pourtour du cartilage des os en présence et est tapissée en profondeur par une synoviale. Elle forme la jonction entre la partie distale du tibia et de la fibula avec le talus.

Le tibia forme par sa partie inférieure, le pilon tibial en répondant à la trochlée de la face supérieure du talus. Il s'agit d'une articulation de type ginglyme.

Il présente également une surface malléolaire plane associée à l'articulation ginglyme qui répond à la surface médiale en virgule du talus.

La moitié inférieure de la face médiale de la malléole fibulaire s'articule avec la face latérale du corps du talus et participe au ginglyme talocrural. [2]

La trochlée du Talus rentre dans la mortaise formée par le tibia et la fibula.

Les malléoles tibiales et fibulaires contiennent donc le talus et forment ce que l'on appelle la « pince malléolaire ». L'articulation fonctionne comme une charnière (ginglyme), dont les mouvements sont principalement la flexion plantaire et la flexion dorsale mais offre également des axes de rotations oblique. [2] La géométrie de l'articulation talo-crurale contribue donc à la stabilité de la cheville.

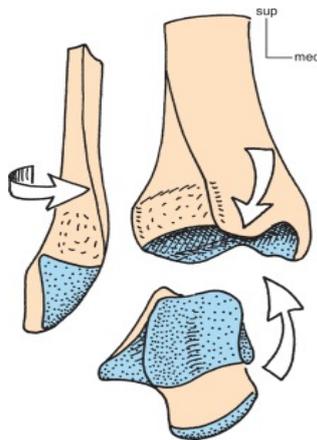


Figure 1 : Articulatio Talocruralis

1.1.2 L'articulation Tibio-Fibulaire Distale

Il s'agit de l'articulation inférieure entre le tibia et la fibula.

Cette articulation n'est pas au sein d'une capsule articulaire et ne présente donc pas de liquide synovial et ni de cartilage hyalin.

Cependant un tissu fibreux inter-osseux est interposé entre ces derniers et a une importance dans la mobilité de la cheville, surtout de la fibula.

Effectivement des mouvements de rapprochements et écartements sont permis grâce à l'invagination de ce tissu fibreux entre les deux os. Cette articulation constitue donc une syndesmose qui permet un diastasis en flexion dorsale et une fermeture en flexion plantaire. [2]

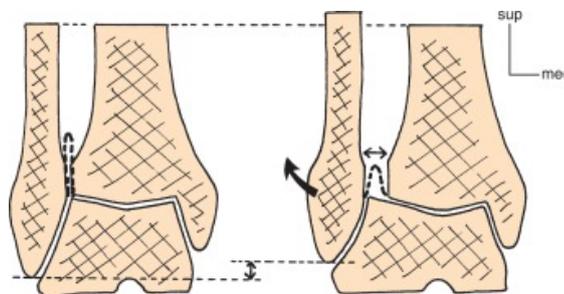


Figure 2 : Articulatio Tibio Fibularis Distalis

1.1.3 L'articulation Subtalaris

Il s'agit de l'articulation entre le talus et le calcaneus.

Le talus présente 2 surfaces articulaires, l'une postérieure, qui possède sa propre capsule tapissée par une synoviale, située sur sa partie inférieure et qui répond au thalamus de la partie supérieure du calcaneus pour former une articulation trochoïde.

L'une antérieure, qui partage sa capsule avec l'articulation transverse du tarse, située sur la face inférieure de la tête du talus et qui répond à la surface en semelle du calcaneus au niveau de la face supérieure de sa partie antérieure. Elle forme également une articulation de type trochoïde.

La facette articulaire inférieure du talus est concave, celle du calcaneus est convexe, c'est pour cette raison que l'articulation subtalaris permet la majorité des mouvements d'inversion et d'éversion au niveau du pied. [2]

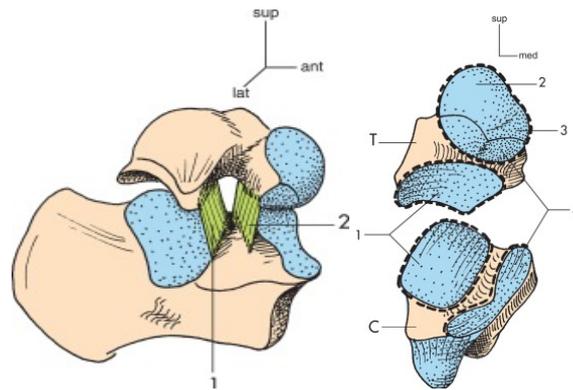


Figure 3 : Articulatio Subtalaris

1.2 La stabilité de la cheville

La stabilité de la cheville est liée au facteur osseux, c'est à dire au morphotype ostéologique de chaque individu et donc à l'organisation biométrique que celui-ci induit. Cette organisation peut donc conduire à des morphotypes de cheville potentiellement stables ou instables. [1]

Or la stabilité de la cheville ne dépend pas que du facteur osseux. Les éléments de stabilisations des différentes articulations de la cheville correspondent à leur moyen d'union, soit les muscles et les ligaments qui se comportent comme des sangles et ont une action de coaptation. [2] Les muscles et les ligaments garantissent la stabilité dynamique de la cheville pendant le mouvement et notamment durant la pratique sportive.

1.2.1 Le rôle des ligaments

La coopération entre les surfaces articulaires et les ligaments est fondamentale dans la stabilité du complexe articulaire de la cheville. Les ligaments de la cheville assurent surtout un verrouillage tridimensionnel. Leur aspect et l'orientation de leurs fibres permettent un contrôle rotatoire afin d'éviter l'excès d'inversion et d'éversion du pied.

Effectivement, ils permettent le contrôle des « positions extrêmes ». Les ligaments latéraux constituent un frein anti-varus et les ligaments médiaux un frein anti-valgus.[3] [4]

1.2.1.1 Ligaments de l'articulation Talo-Crurale

Les ligaments collatéraux sont caractérisés par leur structure pluri-fasciculée.

Le ligament collatéral latéral est constitué de trois faisceaux qui s'insèrent sur la fibula et se terminent sur le talus ou le calcaneus :

- Le faisceau talo-fibulaire antérieur naît du bord antérieur de la malléole latérale et se dirige en bas en avant pour se fixer sur le col du talus. Il est court et s'élargit de haut en bas.
- Le faisceau calcanéofibulaire naît au sommet de la malléole latérale, se dirige en bas en arrière pour se fixer sur la face latérale du calcaneus.
- Le faisceau talo-fibulaire postérieur plus profond et plus résistant s'étend horizontalement de la face postérieure de la malléole latérale jusqu'à la face postérieure du talus.

Le plan ligamentaire latéral constitue un verrouillage passif pour l'inversion. [2]

Le ligament collatéral médial est composé de deux couches distinctes, l'une superficielle, l'autre profonde et intègre la composition du Spring Ligament.

- La couche superficielle, de forme triangulaire s'appelle le ligament deltoïde. Il naît au sommet de la malléole médiale et s'étale avec une orientation de ses fibres en « éventail », les fibres postérieures en bas en arrière vers la face médiale du talus, les fibres moyennes vers le bord médial du sustentaculum tali et les fibres antérieures vers le naviculaire, ainsi que sur le ligament calcanéo-naviculaire plantaire (Spring Ligament). [2]

Il forme avec ce dernier le verrou antéro-médial de la cheville et verrouille le mouvement d'éversion.

- La couche profonde est composée de faisceaux tendus de la face profonde du sommet de la malléole médiale à toute la portion du plan médial du talus et pour les faisceaux les plus antérieurs au niveau du col du talus.

Enfin, par leurs insertions, les plans ligamentaires médial et latéral, occupent un rôle fondamental dans le centrage de la stabilité rotatoire du talus. [5]

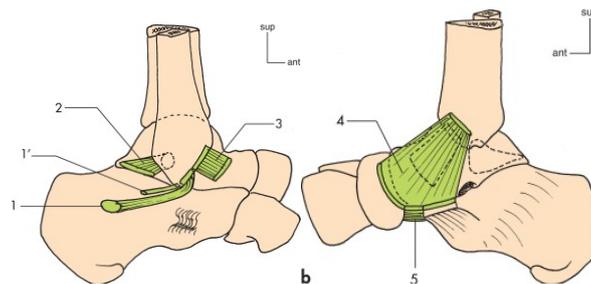


Figure 6 : Ligaments de l'articulation Talocrurale

1.2.1.2 Ligaments de l'articulation Tibio-Fibulaire Distale

Ils permettent la stabilité de la mortaise tibio-fibulaire pour maintenir le talus, en agissant comme des élastiques serrant la « pince maléolaire ».

En avant et en arrière par les ligaments tibio-fibulaires antérieurs et postérieurs, composés de fibres parallèles et tous deux orientés obliquement de proximal en distal et de médial en latéral du tibia vers la fibula. [2]

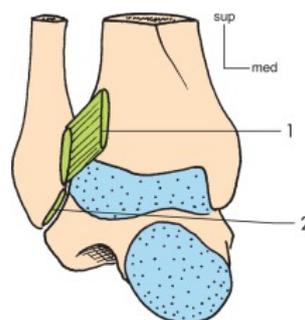


Figure 5 : Ligament Tibio-Fibulaire Distal

1.2.1.3 Ligaments de l'articulation Subtalaire

- Le ligament interosseux talo-calcanéen occupe l'espace entre le calcaneus et le talus au niveau du canal Tarsi avec deux lames verticales disposées de manière légèrement oblique.

Ce ligament peut être considéré comme le pivot central de la stabilité rotatoire de l'arrière-pied car il contrôle la position du talus sur le calcaneus.[1]

- Le ligament talo-calcanéen latéral prend son origine de l'apex de la face latérale du talus et se termine sur le bord latéral du thalamus du calcaneus.
- Le ligament talo-calcanéen médial quant à lui prend son origine au niveau du bord médial de la surface articulaire postérieure du talus et s'insère sur le bord médial du thalamus.

Ces derniers ont une importance mineure dans la stabilité de la cheville dans la mesure où ils sont suppléés par des ligaments à distance décrits précédemment et s'insérant sur le calcaneus. [2]

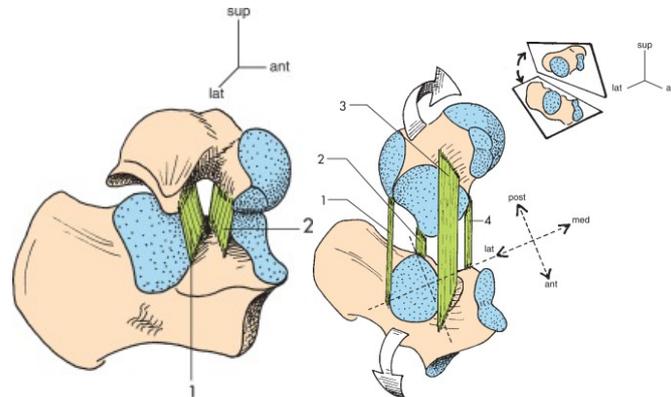


Figure 7 : Ligaments de l'articulation Subtalaire

Pour conclure, les ligaments permettent donc de stabiliser la cheville dans les amplitudes de mobilités maximale avec une variabilité inter-individu.

Cependant, ils agissent peu pendant le mouvement. Dans la pratique sportive et même plus simplement lors de la marche ce sont les muscles qui assurent la stabilité du complexe. [6]

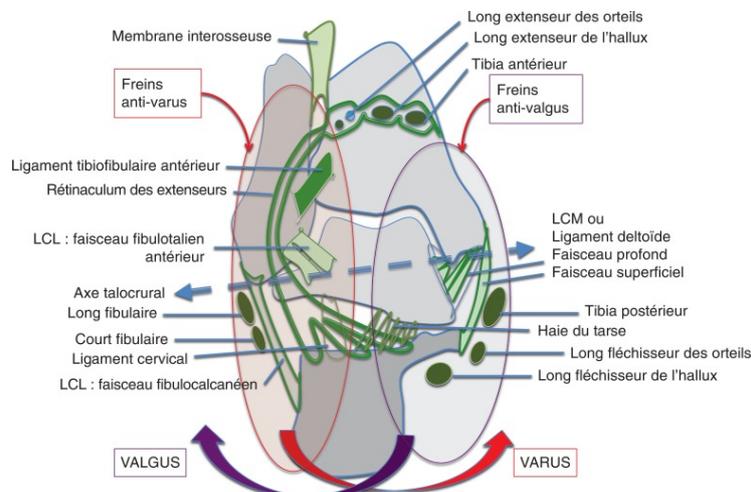


Figure 8 : Synthèse du rôle des ligaments de la cheville

1.2.2 Le rôle des muscles

La cheville est essentiellement contrôlée par les muscles longs, extrinsèques, qui s'insèrent sur le segment jambier mais aussi par les muscles intrinsèques du pied qui raidissent ou relâchent la voûte plantaire et les appuis des orteils. Les muscles les plus importants dans le maintien de l'intégrité de la cheville pendant le mouvement sont [1] [2] [4] :

- Le triceps sural : en s'insérant sur le calcaneus, permet d'abord une flexion plantaire et a une action sur le valgus et le varus du pied en fonction de la position de de dernier.
- Le tibial postérieur : par son insertion sur la partie médiale et plantaire du naviculaire, stabilise la tête du talus entre le sustentaculum-tali et le naviculaire. De plus, sa réflexion au niveau de la malléole médiale lui permet de contrôler la rotation interne du tibia lors de la mise en flexion dorsale de l'articulation talo-crurale. Sa terminaison sur la quasi-totalité des os du tarse offre un soutien dynamique puissant et stabilise la composante rotatoire des mouvements de pronation et supination du pied. Il a donc un rôle essentiel dans le contrôle de l'éversion et l'inversion du pied.
- Le tibial antérieur : participe à la flexion dorsale et contrôle la rotation interne de la jambe sur le talus.
- Le long fibulaire : par sa terminaison sur la face inférieure du cuboïde, il forme avec le tibial postérieur et leurs expansions plantaires une véritable sangle de soutien de la voute plantaire. Ils sont homologues fonctionnels dans le contrôle de l'arrière-pied. Ils luttent contre les contraintes varisantes. De plus, les longs fibulaires contribuent avec le court fibulaire au bon positionnement de l'arrière-pied pendant la marche.
- Le long fléchisseur de l'hallux : par son trajet croisant le tibial postérieur dans la gouttière rétro-malléolaire médiale, il assure une tension constante pour soutenir l'arche médiale du pied. Il lutte contre les contraintes valgusantes en association avec le tibial postérieur.
- Le fléchisseur commun des orteils : il joue rôle important dans la connexion entre l'arrière et l'avant pied, complété par le tendon du muscle long fléchisseur de l'hallux dont il est synergique. Il se situe à l'aplomb du sustentaculum-sali et assure la stabilisation du calcaneus lors des mouvements d'éversion de l'arrière-pied. De plus, le croisement des tendons des muscles longs fléchisseurs de l'hallux et longs fléchisseurs des orteils à l'aplomb de l'articulation transverse du tarse permet un soutien et une stabilité rotatoire.
- L'extenseur des orteils : en se réfléchissant sous le rétinaculum des extenseurs crée avec le tibial antérieur à la fois une force valgusante et empêche un mouvement de tiroir antérieur excessif.

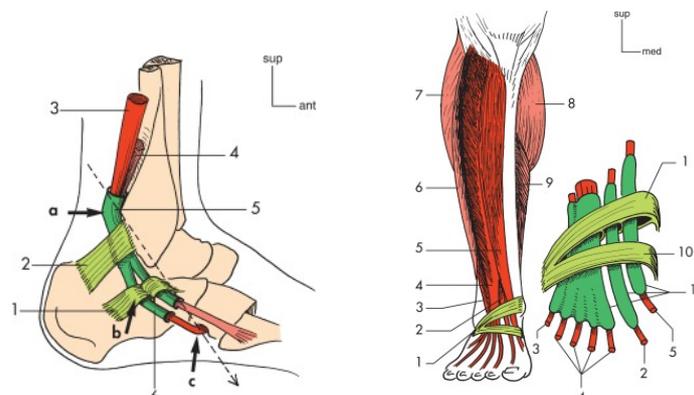


Figure 9 : Muscles stabilisateurs du complexe articulaire

En fait, tous ces muscles permettent de réaliser un verrouillage dynamique de la cheville lorsqu'elle subit des contraintes liées au mouvement.

C'est pour cette raison qu'ils sont essentiels dans le contrôle neuromusculaire de la cheville et favorisent son intégrité articulaire plutôt qu'un développement de force lorsque la stabilité est ébranlée par des forces extérieures tel qu'un mauvais appui ou encore une esquive d'entorse. [7]

Néanmoins, la stabilité du pied ne repose pas uniquement sur la qualité des tissus péri-articulaires musculaires et ligamentaires mais aussi du contrôle fonctionnel de ces éléments en synergie en fonction de la position du pied dans l'espace.

En ce sens l'anticipation et la contraction harmonieuse de ces muscles est nécessaire pour une stabilité et une adaptation de l'appui en fonction du type de sol ou de perturbations extérieures. [4]

1.2.3 Le rôle de la proprioception

« La proprioception est un système qui comprend les récepteurs, voies et centres nerveux impliqués dans la perception, consciente ou non, de la position relative des parties du corps les unes par rapport aux autres ». [8]

Le pied et la cheville forment une plateforme informative qui intervient dans la stabilisation dynamique de la posture verticale lors de tout déséquilibre.

Ces récepteurs sont les fuseaux neuromusculaires, les organes tendineux de Golgi, les récepteurs articulaires de Ruffini et les mécanorécepteurs cutanés plantaires. [9] Ils permettent de détecter topographiquement tout déséquilibre ou perturbation et d'induire une réaction posturale de stabilisation par le bouclage de régulation au niveau de la moelle, du tronc cérébral et du cervelet.

Cette stabilisation met donc en jeu des transductions d'informations proprioceptives myo-tendineuses et ligamentaires. [9]

Toutes les actions de stabilisations musculaires sont sous le contrôle de mécanorécepteurs spécifiques situés dans toutes les structures musculaires et péri articulaires qui permettent d'informer le corps en temps réel de la position de la cheville dans l'espace, de type de sol rencontré, de la vitesse, de la charge, de la direction et de l'amplitude du mouvement tout en étant eux même sous le contrôle cortical. [10]

Les mécanorécepteurs articulaires ne sont stimulés que lors des mouvements extrêmes donc surtout durant le sport. [9]

Les réflexes induits par ces informations seront plus ou moins rapides selon qu'ils utilisent une voie inconsciente supra segmentaire rapide ou consciente corticale plus lente.

Effectivement ces informations permettent par le réflexe myotatique, des contractions musculaires automatiques, la restauration de la stabilité de la cheville et par conséquent le rétablissement de l'équilibre postural.

Il est donc nécessaire de comprendre que la stabilité de la cheville n'a pas que des déterminants ostéo-musculo-ligamentaires mais dépend aussi d'intégration des informations de l'équilibre fonctionnel où la proprioception à un rôle clé. [9] [11]

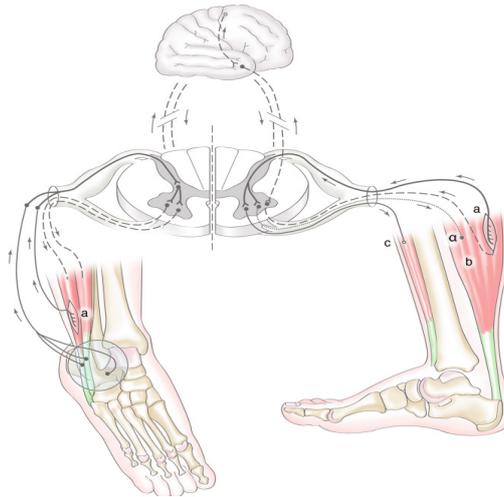


Figure 10 : Voies sensibles du message proprioceptif

1.3 L'instabilité chronique de cheville

1.3.1 Définition

Freeman définit l'instabilité de cheville comme « L'incapacité à laquelle les patients se réfèrent lorsqu'ils disent que leur pied a tendance à « céder »' dans les mois et les années après la première entorse de la cheville ». [12]

Effectivement, l'ICC est une affection caractérisée par des épisodes répétitifs de perception de la cheville qui « cède », par des symptômes persistants tels que la douleur, la faiblesse ou l'amplitude de mouvement réduite de la cheville et des entorses récurrentes qui persistent plus d'un an après l'entorse initiale.

De plus, elle est caractérisée des insuffisances mécaniques, comme la laxité pathologique, des restrictions des amplitudes articulaires et des changements dégénératifs. Et également par des insuffisances fonctionnelles, soit des déficits sensori-moteurs, tels que les troubles de l'équilibre, du sens de la position de l'articulation, du temps de réaction musculaire à la perturbation, des propriétés de conduction nerveuse périphérique et de la force musculaire. [13]

Enfin elle est à l'origine de troubles dynamiques posturaux statiques et dynamiques qui majorent les risques de récides d'entorse ou d'apparition d'autres blessures à travers la modification de la pratique sportive. [13] Ces troubles interfèrent avec la pratique sportive et augmentent les risques de blessure.

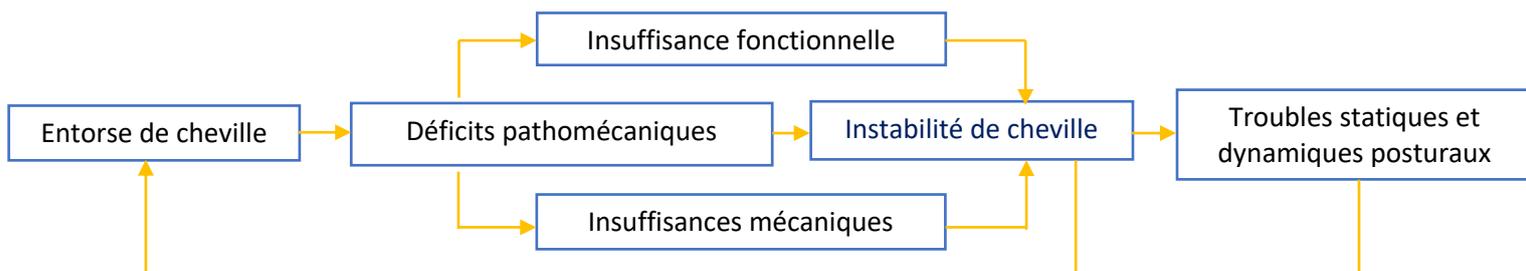


Figure 11 : L'instabilité Chronique de Cheville

1.3.2 Épidémiologie

L'apparition de l'ICC est liée à une blessure initiale, soit l'entorse. [12]

C'est pourquoi la récurrence d'apparition est dépendante de la fréquence d'entorse de cheville.

1.3.2.1 L'entorse latérale de cheville

Son incidence est de 2 000 000 de cas par an et chaque jour près de 6000 personnes consultent pour une entorse de cheville en France. [14] [15] Cela représente 7% à 10% des consultations d'urgence hospitalière. [14] L'atteinte du ligament collatéral externe de l'articulation talo-crurale représente 90% des entorses de cheville. [15] L'entorse de la cheville est la blessure musculo-squelettique la plus fréquente affectant le membre inférieur chez les sportifs. [14]

En effet, en France, elle représente 9% à 18% des traumatismes musculo-squelettique chez les sportifs, cela représenterait un coût journalier d'1 200 000 euros. [16]

Les taux les plus élevés d'entorses de la cheville ont été signalés dans les sports caractérisés par la course, la reprise d'appui et le saut, comme le basket-ball, le football américain, le football et le volley-ball. Cette blessure est présente à tous les niveaux, du sport scolaire aux compétitions d'élite. [9]

1.3.2.2 L'instabilité chronique de cheville

Les complications liées à l'entorse de cheville sont fréquentes. L'aggravation la plus commune est l'apparition d'une instabilité de la cheville et le développement de sa chronicité. [17]

Doherty et al [17] ont réalisé une étude prospective sur des patients souffrant d'une première entorse de la cheville et ont constaté que 40 % avaient développé une ICC.

Une revue de littérature de 2021 précise que sur 9 études affichant un faible risque de biais, la prévalence des ICC chez les patients qui ont des antécédents d'entorse de cheville est de 46%. [18]

Enfin, une autre revue récente de la prévalence de l'ICC a suggéré que jusqu'à 70% des individus sportifs qui subissent une entorse latérale de la cheville peuvent développer une instabilité de cheville après la blessure initiale. [19] Le football, le basket-ball, l'athlétisme et le volley-ball sont les sports où l'on retrouve le plus d'instabilité de cheville. [19] [20]

Le développement de l'ICC, interfèrent avec l'activité sportive. [13] [20]

1.4 De l'entorse aux déficits pathomécaniques : Instabilité mécanique

Comme vu précédemment les entorses sont très fréquentes et particulièrement dans la pratique sportive de tous niveaux. Elles entraînent des déficits pathomécaniques qui conduisent à des aggravations fréquentes telle que l'ICC, elle-même caractérisée par des insuffisances mécaniques et fonctionnelles.

La question du mécanisme lésionnel se pose donc pour mieux comprendre les défauts architecturaux anatomiques articulaires et des éléments de la stabilité tendino-ligamentaire.

1.4.1 Mécanismes lésionnels

Parmi les principaux mécanismes des entorses, on retrouve l'inversion forcée, le varus pur, la rotation, la flexion plantaire forcée et l'éversion forcée. On ne décrira que le mécanisme lésionnel d'inversion forcée, qui correspond à l'entorse latérale de cheville. Il s'agit du mécanisme lésionnel le plus fréquent.

Elle se produit par un accrochage du bord latéral de l'avant-pied ou une chute sur le bord latéral de l'avant-pied, qui sollicite d'abord le ligament talo-calcanéen latéral et le ligament talo-fibulaire ainsi que parfois le ligament en Y de Chopart dans les cas extrêmes de torsion. [21] [22] Ce mécanisme est souvent accompagné d'une rotation, notamment dans les sports de crampons avec des lésions associées du compartiment médial ou latéral selon le sens de rotation. Elles entraînent une lésion ligamentaire antéro-médiale au niveau superficiel et profond du ligament collatéral médial et une lésion au niveau du ligament tibio-fibulaire antérieur. [10]

De plus, des lésions associées des nerfs sensitifs environnant ou des tendons fibulaires peuvent survenir.

Le mécanisme lésionnel de l'entorse de cheville entraîne donc des lésions architecturales osseuses et tissulaires qui constituent la composante d'instabilité mécanique de l'ICC.

1.4.2 Déficits pathomécaniques : Instabilité mécanique

L'entorse est à l'origine des déficits pathomécaniques. Ils correspondent aux anomalies structurelles de l'articulation et des tissus environnants. Ils contribuent au dysfonctionnement de la cheville, à l'apparition de l'instabilité et au développement de sa chronicité.

1.4.2.1. Laxité pathologique

La perte de l'intégrité structurelle des ligaments entraîne une laxité pathologique de l'articulation talo-crurale et éventuellement de l'articulation subtalaire.

La rupture ou l'élongation du ligament talo-fibulaire antérieur est associée à une augmentation du tiroir antérieur, ou de translation du talus dans la mortaise tibio-fibulaire.

Elle entraîne également une rotation interne excessive du talus sur le tibia et a été décrite en relation avec l'ICC. [23]

On constate en fait une augmentation initiale de la laxité après une entorse latérale de cheville et un retour ultérieur incertain à la laxité d'avant la blessure. Après une élongation ou rupture ligamentaire il reste une certaine laxité résiduelle qui subsiste chez la plupart des patients. [24] [25]

1.4.2.2 Limitations articulaires

Contrairement à la laxité pathologique, des mouvements articulaires peuvent être limités en amplitude après une entorse de cheville. Parmi les limitations articulaires on retrouve une flexion dorsale limitée qui est due à une restriction du glissement antéro-postérieur du talus sous le tibia chez les patients présentant une instabilité de cheville. [26]

Il s'agit en fait d'un léger déplacement antérieur du talus sous le tibia qui entraîne un glissement restreint de ce dernier et qui limite donc la flexion dorsale. [27]

De plus, il existe un déplacement antérieur de la fibula au niveau de l'articulation tibio-fibulaire distale qui conduit à une restriction associée du glissement antéro-postérieur de la fibula. [28]

Enfin, ces limitations articulaires peuvent également toucher l'articulation subtalaire et même médio-tarsienne. [29]

1.4.2.3 Lésions des tissus articulaires

L'entorse ne focalise pas sur une atteinte ligamentaire mais également sur les autres tissus participant au complexe articulaire de la cheville comme le tissu myo-tendineux et ostéo-condral.

En effet, elle entraîne des hypo-extensibilités des structures myo-tendineuses dues à des spasmes musculaires et /ou à des contraintes myo-fasciale ainsi que des diminutions du volume musculaire de la cheville et du pied.

Il n'est pas rare non plus de retrouver des lésions de la surface ostéo-chondrale et de la membrane synoviale des articulations talocrurale et subtalaire. [26]

Il est donc nécessaire de retenir que toutes ces anomalies structurelles vont entraîner des adaptations tissulaires et des changements structuraux secondaires qui seront à l'origine de déficit sensoriel et moteur qui participe à L'ICC allant même vers l'apparition d'arthrose. [30]

En fait, la composante d'instabilité mécanique de l'ICC résulte des variations des structures anatomiques et des défauts des éléments structuraux de l'articulation causée par l'entorse initiale.

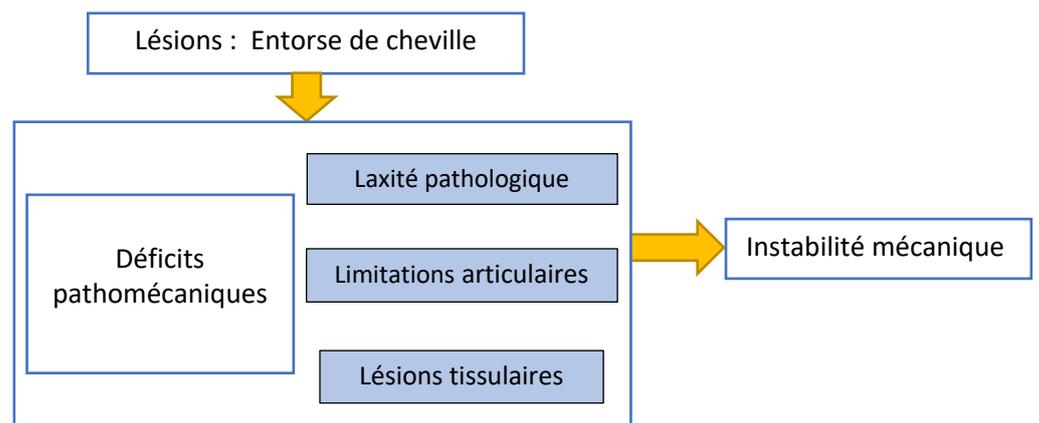


Figure 12 : De l'entorse vers l'instabilité mécanique

1.5 Des déficits pathomécaniques aux déficits sensori-moteurs : Instabilité fonctionnelle

La stabilisation fonctionnelle fait intervenir les structures musculaires et tendineuses, c'est-à-dire les structures actives permettant la mobilité de la cheville.

En effet, l'instabilité fonctionnelle est due au fait que les tissus tendineux et musculaires qui ont subi des modifications structurelles, et entraînent un déficit du mécanisme proprioceptif et neuro-moteur. [31]

La composante fonctionnelle de l'ICC est donc distincte mais directement liée à la composante mécanique.

1.5.1 Déficits sensitifs

Plusieurs domaines sensitifs ont été notés comme étant altérés chez les patients atteints d'instabilité de cheville.

1.5.1.1 Déficit proprioceptif

Ce déficit existe en raison de lésions et modifications des récepteurs proprioceptifs ligamentaires, myo-tendineux et articulaires lors de l'entorse initiale et d'une éventuelle lésion nerveuse. [32]

Les patients atteints d'instabilité de cheville montrent effectivement des erreurs proprioceptives et présentent une incapacité à détecter précisément la position articulaire de leur cheville dans l'espace lors de mouvement passif mais également actif pendant la marche ou en atterrissage de saut.

La capacité de ces patients à détecter des variations de positions articulaires et à générer des contractions musculaires adaptés est altérées. [33] Comparativement à des sujets sains, les patients atteints d'ICC s'appuient surtout sur les informations visuelles que sur les informations proprioceptives lors des tâches d'équilibre. [33]

1.5.1.2 Déficit de la sensibilité cutanée

Les patients atteints d'instabilité de cheville démontrent une sensation cutanée plantaire diminuée voire parfois erronée. Or, rappelons que la voûte plantaire est une plateforme informative pour le corps de la topographie du pied et du membre inférieur dans l'espace et de son environnement afin d'induire des réflexes de protection articulaire.

En effet, la sensibilité plantaire informe le système nerveux central des forces et des directions des perturbations externes, c'est pourquoi l'instabilité augmente en cas de diminution de la sensibilité plantaire, notamment les yeux fermés. [34] [35] Les déficits sensitifs dans le cadre de l'ICC impliquent que les informations intégrées soient diminuées voire erronées par les récepteurs sensitifs et proprioceptifs donc que la réponse réflexe ou semi réflexes de stabilisation de la cheville soit affectée. On parle alors de déficits neuro-moteur.

1.5.2 Déficits neuro-moteurs

Les déficits neuro-moteurs chez les sujets atteints d'instabilité de cheville correspondent à des altérations de la qualité contractile et de la réponse musculaire et de l'organisation des schémas moteur. [32]

1.5.2.1 Altération des réflexes

Dans le cadre de l'instabilité de cheville, on constate un retard du temps de réaction et une diminution de l'amplitude de contraction réflexe aux perturbations et aux forces externes des muscles stabilisateurs du complexe articulaire. [36] [37]

Cette réponse motrice retardée est sûrement due aux altérations proprioceptives et/ou à la vitesse de conduction nerveuse lié à une potentielle lésion nerveuse. Quelle que soit la source physiologique, le retard de contraction des muscles stabilisateurs entraîne un retard de la réponse réflexe et dans la capacité à créer une force contraire pour contrer le déplacement rapide imposé à la cheville. [37]

1.5.2.2 Inhibition neuromusculaire

Elle représente en fait le contrôle musculaire de la cheville au départ de la moelle spinale de la colonne vertébrale. Le contrôle neuromusculaire a été bien documentée chez les ICC en évaluant la réponse réflexe de Hoffman dans les muscles stabilisateurs.

L'inhibition neuromusculaire représente une réaction réflexe continue de la musculature stabilisatrice de la cheville après une distension ou une lésion des structures myo-tendineuses qui entraîne de facto un recrutement des motoneurons alpha diminué lors d'un réflexe myotatique et donc un contrôle musculaire amoindri. [38] [39] Elle est mesurée en évaluant l'excitabilité des motoneurons d'un groupe musculaire spécifique. Cette évaluation n'est pas une mesure directe de la sortie de la contraction musculaire, mais plutôt une estimation de la quantité de motoneurons alpha qui sont disponibles et excités par la réponse à l'étirement.

Une diminution du réflexe de Hoffman a été démontrée pour les muscles stabilisateurs chez les personnes atteintes d'ICC. [39] [40] Il existe en fait une altération de la disponibilité et de l'excitabilité du pool de motoneurons alpha des muscles qui traversent l'articulation de la cheville. Ces altérations indiquent des déficits du contrôle moteur au niveau spinal associés à l'ICC.

Dans la composante fonctionnelle de l'ICC, on constate l'existence non seulement des déficits d'intégration des informations sensibles superficielles et profondes mais également des déficits dans la création et la qualité de la réponse musculaire réflexes aux perturbations externes, soit des déficits neuro-moteurs.

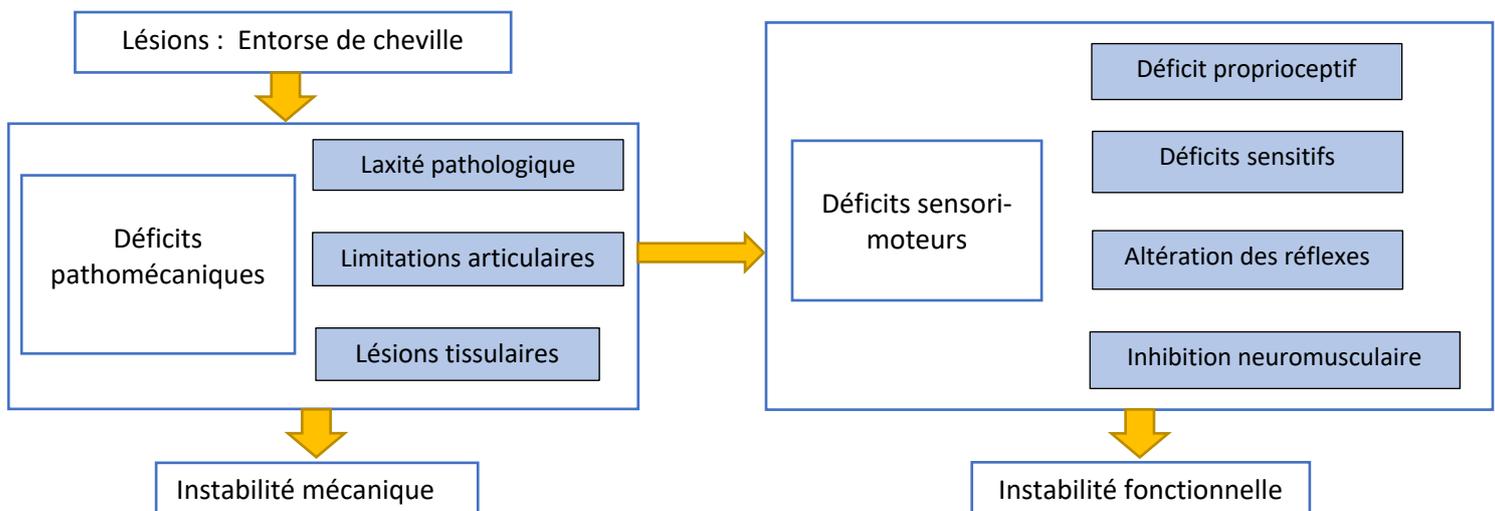


Figure 13 : Des déficits pathomécaniques vers l'instabilité fonctionnelle

1.6 De l'instabilité de cheville aux troubles posturaux

1.6.1 Notion de posture

La posture est un phénomène actif *qui sert « à positionner les différents segments des membres du corps humain. Elle permet de lutter contre la gravité, de préparer, d'anticiper et de corriger les mouvements en fonction de l'environnement, mais aussi des déséquilibres qui viennent de l'intérieur. Elle s'organise pour maintenir et réguler de façon permanente l'équilibre, qui consiste à maintenir la projection du centre de gravité à l'intérieur du polygone de sustentation ».* [8]

Le système postural est composé par le système nerveux central qui intègre les informations fournies par les capteurs périphériques et qui après analyse envoie des réponses aux effecteurs qui permettront de maintenir une posture statique ou dynamique mais aussi de corriger en permanence la bonne cinématique du mouvement.

Les capteurs périphériques se divisent en extérocepteurs qui renseignent sur l'environnement avec l'œil, l'oreille interne et le pied et en propriocepteurs qui donnent des renseignements intrinsèques sur la position des membres les uns par rapport aux autres et dans l'espace. [8]

Lors d'un mouvement, le cerveau fait appel à la représentation du schéma corporel qui s'est développé par la fusion de toutes les afférences sensorielles extéroceptives et proprioceptives.

Il fait donc appel à des schémas moteurs acquis afin d'anticiper et des mécanismes de rétrocontrôle afin de réguler les mouvements.

Tous ces éléments font de l'activité posturale un phénomène d'anticipation, pour préparer le mouvement et rétroaction, pour récupérer l'équilibre.[8][41]

Un mécanisme postural intégré est donc nécessaire dans la réalisation du geste sportif.

1.6.2 Troubles posturaux

Les dysfonctions des structures de la cheville participant à l'équilibre postural envoient des informations diminuées et/ou erronées, même minimes, au système postural. Il y a donc un retentissement fonctionnel important dans la qualité de la posture.

Dans l'ICC, l'atteinte anatomique mécanique et sensori-motrice crée une altération des schémas moteur et donc fausse la régulation de l'équilibre postural. [41]

Effectivement, des voies d'entrées et de restitution des informations nécessaires à l'harmonie du contrôle postural sont affectées et perturbées, à la suite d'une entorse.

Cela suffit donc pour avoir un retentissement sur l'équilibre fonctionnel.

En effet, l'équilibre postural est maintenu tant qu'il existe une cohérence, une homogénéité entre les différentes informations reçues par le système nerveux central en provenance des différents capteurs. [41]

Finalement, les troubles posturaux entraînent une modification du schéma de mouvement.

1.6.2.1 Altération du schéma moteur

Les patients atteints d'ICC présentent effectivement des schémas de mouvement modifiés dans un éventail d'activités fonctionnelles, notamment la marche, la course, la reprise d'appui et l'atterrissage, par rapport à des sujets sains. Ces modifications ont été démontrées à l'aide de mesures biomécaniques de la cinématique, de la cinétique et de l'électromyographie. [42]

Pendant la marche et la course, les patients avec une ICC ont tendance à présenter une plus grande inversion et flexion plantaire du pied par rapport au tibia.

Il existe également des différences de schéma moteur au niveau du genou et de la hanche entre les sujets atteints d'instabilité de cheville et les sujets sains lors de la marche et de la course. [42]

Enfin, des altérations des tâches d'atterrissage ont également été retrouvées chez des patients atteints d'ICC. Ils ont tendance à afficher des schémas cinématiques, cinétiques et d'activation musculaire altérés et atterrissent systématiquement dans une position plus « dorsiflexée » et subissent plus de mouvements compensatoires d'équilibration pendant la phase de réception de l'atterrissage. [43]

Ces changements sont dus à une moindre adaptabilité du système sensori-moteur en réponse aux contraintes, donc au déficit sensori-moteur précédemment énoncé.

1.6.2.2 Troubles de l'équilibre

La relation entre l'instabilité de la cheville et les déficits d'équilibre a été notée pour la première fois par Freeman et al, il y a plus de 50 ans. [44]

Au cours des décennies suivantes, des dizaines d'études ont décrit des déficits d'équilibre qui nuisent au contrôle postural des patients atteints d'ICC.

1.6.2.3 Troubles de l'équilibre statique

Il est défini par les chercheurs et les cliniciens comme la capacité de rester aussi immobile que possible en se tenant debout sur une jambe et est généralement évalué avec un participant effectuant des essais les yeux ouverts puis les yeux fermés.

Il est important de retenir que dans toutes les études, peu importe le test, sa qualité et sa fiabilité, la principale conclusion est que des déficits d'équilibre statique ont constamment été démontrés chez les patients avec une ICC. [45] [46]

Parmi ces dernières, un certain nombre ont de plus démontré que les patients atteints d'ICC n'utilisaient pas les informations somato-sensorielles dans la même mesure que les sujets sains, et comptaient davantage sur les informations visuelles pour maintenir la position d'équilibre statique. [47]

1.6.2.4 Troubles de l'équilibre dynamique

Le Star Excursion Balance Test, a largement été utilisé pour identifier les déficits de l'équilibre dynamique chez les patients atteints d'ICC, qui sont incapables d'atteindre les mêmes distances que des sujets sains et affichent donc un plus faible équilibre dynamique. [48]

Ce déficit est dû aux déficits somato-sensoriels, aux troubles moteurs ou aux deux.

Certains patients choisissent de modifier leur activité physique en raison des troubles de l'équilibre dynamique pour éviter des symptômes, les déficits ou les entorses récurrentes.

Effectivement, des craintes de mouvement et de nouvelles blessures au cours d'activités fonctionnelles et sportives en relation avec l'altération de la qualité de l'équilibre, ont été rapportées chez des patients atteints d'ICC. Ils développent en fait une certaine kinésiophobie. [49]

Cela entraîne une diminution de la pratique sportive et un rétablissement incomplet en raison de l'échec du patient à revenir au niveau d'activité physique d'avant la blessure.

La fréquence des épisodes d'instabilité, la gravité des symptômes tels que la douleur et les déficits posturaux augmentent alors, tout comme les entorses récurrentes de la cheville. [49]

Ainsi les entorses récurrentes de la cheville sont susceptibles de produire d'autres lésions tissulaires secondaires, entraînant ainsi une altération pathomécanique supplémentaire.

Cette « nouvelle » lésion tissulaire secondaire peut alors exacerber davantage les déficiences sensorielles et motrices, créant une condition cyclique associée à un résultat plus médiocre. [49]

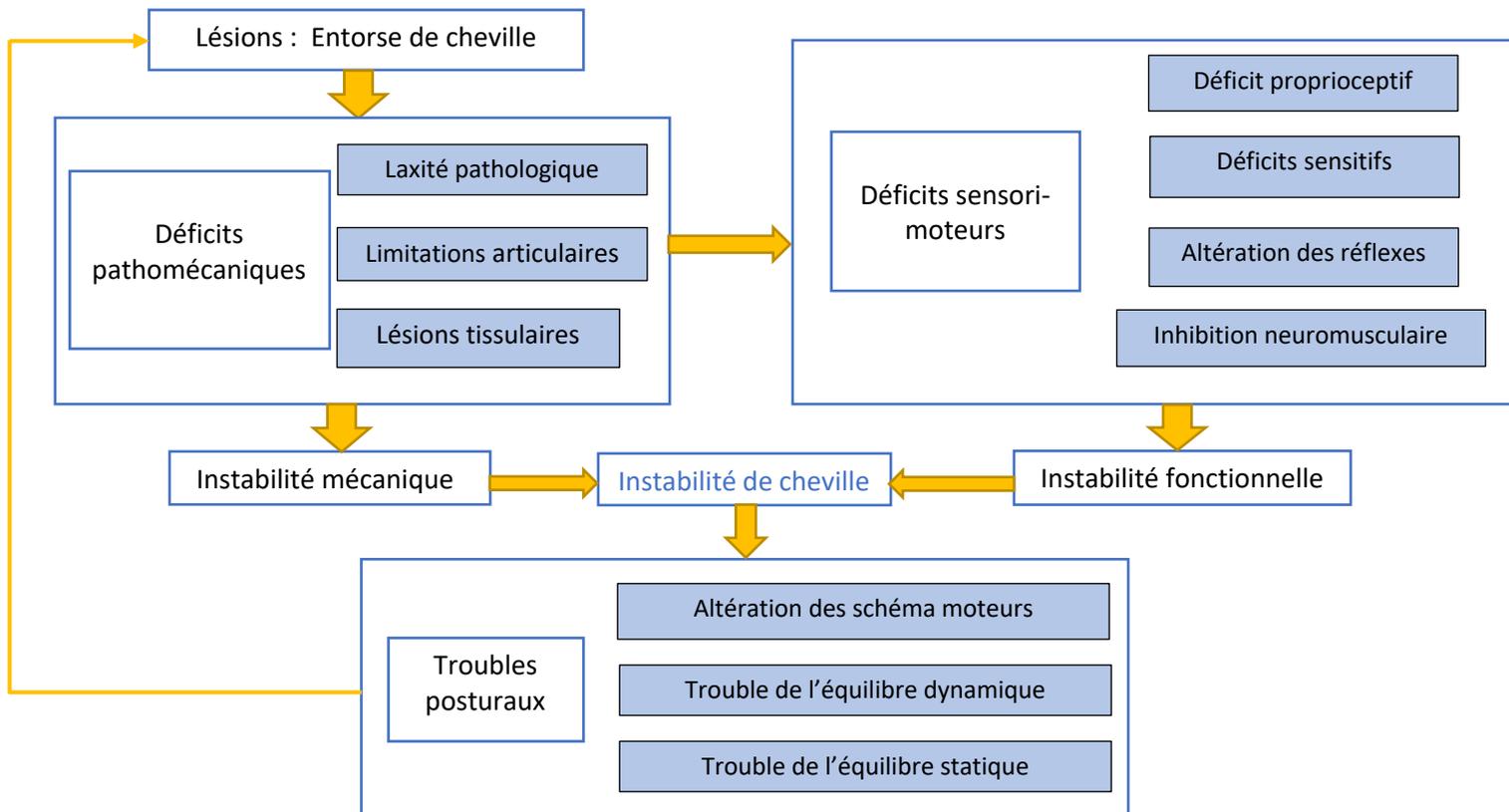


Figure 14 : De l'entorse vers les troubles du contrôle postural

1.7 Évaluation de l'instabilité de cheville

1.7.1 Évaluation de l'instabilité perçue

1.7.1.1 Cumberland Ankle Instability Tool (CAIT)

Le CAIT est un outil simple, valide, fiable et largement utilisé par les praticiens pour mesurer la sévérité de l'instabilité fonctionnelle de la cheville. [50]

C'est un questionnaire largement utilisé comme outil de dépistage de l'ICC.

Cet instrument permet aux patients de déclarer la fréquence et les circonstances des épisodes d'instabilité perçus.

Il est composé de 9 questions, 1 sur la douleur et 8 sur l'instabilité perçue.

Un score inférieur à 27 points sur 30 points est considéré comme le seuil d'identification de l'instabilité fonctionnelle de la cheville. [50] La version française du CAIT est présentée en annexe. (Annexe 1)

1.7.1.2 Foot and Ankle Ability Measure (FAAM)

Le FAAM est une mesure fiable et valide de la fonction physique pour les personnes atteintes de troubles musculo-squelettiques du membre inférieur et notamment de la cheville. [51]

Il est composé d'une échelle des Activités de la Vie Quotidienne (FAAM-ADL) en 21 items et d'une échelle des Sports (FAAM-S) en 8 items.

Il permet aux patients d'évaluer leurs difficultés lors de l'exécution d'activités quotidiennes ou sportives spécifiques en raison de leur cheville impliquée.

Les scores obtenus par ce test sont rapportés en pourcentage et identifient une instabilité de cheville pour un pourcentage inférieur à 80% pour le FAAM-ADL et 90% pour le FAAM-S.

La version française du FAAM est proposée en annexe. (Annexe 2) [51]

1.7.2 Évaluation du contrôle postural dynamique : Star Excursion Balance Test (SEBT)

Les cliniciens se servent souvent l'évaluation du contrôle postural pour évaluer les risques de blessure, les déficits provenant d'une blessure et les améliorations après une intervention chirurgicale. [52]

L'évaluation du contrôle postural statique apporte des informations cliniques utiles mais s'éloigne de la locomotion sportive et du mécanisme lésionnel.

L'évaluation de contrôle postural dynamique via le SEBT quant à lui, met en jeu un certain niveau de mouvement qui se rapproche un peu plus de la pratique sportive.

Plus d'une décennie de résultats de recherche a établi une validité clinique du Star Excursion Balance Test (SEBT), et le considère comme un test d'équilibre fonctionnel dynamique hautement représentatif et non instrumenté pour les personnes physiquement actives. [52]

Effectivement, il s'avère être une mesure fiable et valide en tant que test dynamique pour prédire le risque de blessure et identifier les déficits d'équilibre dynamique chez les patients présentant diverses affections des membres inférieurs

Le SEBT est une série de flexion sur une jambe en utilisant l'autre jambe pour atteindre le point maximal sur une des huit lignes tracées sur le sol qui partent d'un point central et sont à 45 degré les unes des autres.

Le but de ce test est que l'individu soit stable sur sa jambe d'appui en essayant d'aller aussi loin que possible avec l'autre jambe, sur une des directions décrites précédemment. Il doit toucher légèrement la ligne avec la partie la plus distale de son pied tout en gardant son poids au-dessus de sa jambe d'appui puis retourner à sa position de départ. (Annexe 3)

Les recommandations de reproductibilité de ce test sont fournies en annexe (Annexe 4)

Sur la base des résultats d'étude d'analyse factorielle, une grande redondance a été trouvée dans la performance des participants dans les 8 directions de portée.

Une énorme quantité de variance était présente dans les 8 directions de portée. [52]

Cela a conduit à la recommandation de n'effectuer que 3 directions d'atteintes : Antérieur, Postéro-Médiale et Postéro-Latérale. [52]

Enfin les distances du SEBT peuvent être normalisées à la longueur des membres de chaque sujet pour permettre des comparaisons entre individus.

1.7.3 La rééducation neuromusculaire de l'instabilité chronique de cheville : Recommandations

La Haute Autorité de Santé dans sa conférence de consensus de 2000 recommande une reprogrammation neuromusculaire précoce à la suite des entorses latérales mais ne présente que très peu de recommandation en ce qui concerne l'ICC. [14] Elle stipule seulement « *les sensations de lâchage[...] peuvent apparaître après une entorse. La RNM permet la reprise de l'activité précoce, améliore la stabilité et diminue les récurrences* » [14]

Dans la littérature, il est stipulé que les déficits fonctionnels liés à l'ICC doivent être réduits par le biais d'une reprogrammation sensitivomotrice incluant des exercices proprioceptifs dans la mesure où certaines études ont montré qu'une restauration de l'acuité proprioceptive satisfaisante fait partie intégrante de la rééducation de la cheville instable et permet de diminuer le risque de récurrence d'entorse. [53][54]

Classiquement, la kinésithérapie utilise des outils variés pour la plupart engendrant des déstabilisations multidirectionnelles basées sur le concept d'optimisation de la boucle réflexe, afin de restaurer le système de protection articulaire active. [53]

Le concept de reprogrammation neuromusculaire reste donc la base des techniques de rééducation actuelles en kinésithérapie en ce qui concerne la restauration du contrôle postural mais dans une certaine mesure il existe une limite dans la démonstration de son efficacité et un manque de spécificité car il n'existe pas d'outils ni de programmes d'entraînements standardisés reconnus et recommandés pour le traitement des déficits posturaux de l'ICC chez les sédentaires comme chez les sportifs.

1.8 Objectif et intérêt de la revue de littérature

Le contexte et la pertinence de la réalisation de cette étude ont été décrits dans l'introduction de ce mémoire notamment à travers la forte récurrence et l'apparition de l'instabilité de cheville chez les sportifs mais également à travers de l'état actuel des connaissances et des recommandations de traitement en kinésithérapie vis-à-vis de ce trouble musculo-squelettique.

L'objectif de cette revue de littérature est de tenter d'optimiser la rééducation des chevilles instables chez les sportifs en cherchant si la RNM est efficace et s'il existe des programmes et/ou exercices spécifiquement plus intéressants afin de réduire les déficits fonctionnels posturaux.

Cela, basés sur les connaissances scientifiques actuelles concernant la proprioception et la reprogrammation neuromusculaire.

Notre rapport s'identifie comme une revue de littérature et est basé sur les lignes directrices PRISMA pour la rédaction et la lecture d'une revue systématique ou d'une meta-analyse. [55]

La réalisation de cette revue ne présente ni conflit d'intérêt, ni sources de financements.

La question traitée, en se référant aux participants, aux interventions, aux comparaisons et aux résultats des études (PICO), est donc la suivante :

Quelle est l'efficacité des exercices de rééducation neuromusculaire dans l'amélioration du contrôle postural dynamique chez les sportifs présentant une instabilité de cheville ?

2. Méthode

2.1 Critère d'éligibilité des études pour cette revue de littérature

2.1.1 Schéma des études

La problématique de cette revue de littérature pose une question d'évidence thérapeutique dans la mesure où les études que nous incluons compareront des exercices thérapeutiques à d'autres ou à des prises en charge différentes dans le but d'observer et de comparer les résultats en ce qui concerne l'équilibre postural dynamique des participants.

C'est pourquoi, les schémas d'études utilisés doivent être des essais cliniques contrôlés randomisés.

2.1.2 Population des études

Les études incluses comprennent des participants sportifs de tous les âges et des deux sexes qui doivent tous présenter une instabilité d'une ou des deux chevilles, secondaire ou non à une entorse ou tout autres lésions initiale. Les études devront également comprendre un suivi d'au moins un mois. Si la certains participants rapportent d'autres douleurs ou troubles musculo-squelettique liés à la pratique du sport, cela ne sera pas un frein à l'éligibilité de l'étude au sein de cette revue de littérature.

Cependant, les études ou les participants qui présentent des traumatismes aigus ou ont subi des opérations chirurgicales ne seront pas inclus dans cette revue.

2.1.3 Interventions et comparaisons des études

Les groupes interventions des études doivent recevoir une RNM comprenant au moins un exercice proprioceptif ciblé sur la ou les chevilles. Ils peuvent pratiquer plusieurs exercices de rééducation mais au moins un doit être un exercice proprioceptif.

Les groupes contrôles des études peuvent recevoir une prise en charge sans rééducation ou une RNM ou non différente du groupe dit d'intervention.

2.1.4 Critère de jugement de la revue

Le critère de jugement principal de cette revue est un critère objectif fonctionnel d'évaluation de l'équilibre postural dynamique chez les sportifs qui présentent une ICC.

Par voie de conséquence, les études doivent évaluer au moins un critère objectif d'amélioration du contrôle postural dynamique et en l'occurrence le Star Excursion Balance Test doit obligatoirement y apparaître. Cette évaluation doit être réalisée à au moins deux des moments suivants : avant la prise en charge de l'instabilité de cheville avec l'exercice testé et après la prise en charge.

Les critères secondaires de cette revue de littérature sont des critères subjectifs d'évaluation de l'instabilité perçue soit le Cumberland Ankle Instability Tool (CAIT) et le Foot and Ankle Ability Measurement (FAAM).

Le tableau suivant regroupe les critères d'inclusion et d'exclusion de cette revue selon le modèle PICO :

MODELE PICO**CRITERE D'INCLUSION****CRITERE D'EXCLUSION**

PATIENT	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sportifs avec une instabilité de cheville. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Non sportif. ➤ Opération du membre inférieur ou blessure aigüe. ➤ Pas d'instabilité chronique de cheville. ➤ Autres troubles affectant l'équilibre.
INTERVENTION	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Reprogrammation neuromusculaire, exercice proprioceptif. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Autre traitement unique pour le groupe dit d'intervention ; renforcement, mobilisation, étirement.
COMPARATEUR	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Groupe contrôle ou autre groupe intervention. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pas de comparateur.
RESULTATS	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Réalisation du SEBT / CAIT / FAAM 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pas de réalisation de SEBT

Tableau 1 : Critère d'éligibilité de la revue de littérature

A l'issue de cette revue de littérature, l'efficacité de la RNM sera évaluée par la comparaison entre les résultats des évaluations fonctionnelles et subjectives des groupes interventions et contrôles.

2.2 Méthodologie de recherche des études

2.2.1 Sources d'informations consultées

Les sources d'information de cette revue de littérature sont des bases de données. Elles ont été investiguées jusqu'au 15 décembre 2021. Les voici présentées sous forme de tableau :

PubMed.gov
Cochrane Library.com
Kinédoc.org
PEdro.org

Tableau 2 : Bases de données médicales

2.2.2 Équation de recherche

Pour formuler l'équation de recherche, le modèle PICO a également été appliqué, il permet de définir les mots clés les plus susceptibles de s'accorder spécifiquement à la problématique.

Les mots clés pertinents sont appelés « MeSh (Medical Subjects Headings) Terms » et permettent d'orienter précisément la recherche. Il s'agit d'un répertoire de termes de références dans le domaine de la science biomédicale.

De plus, les opérateurs booléens sont des outils pertinents dans la recherche documentaire puisqu'ils limitent les données hors-sujet et l'apparition insuffisante de sources d'informations.

Ils sont utilisables dans les options de recherches avancées de la plupart des bases de données informatiques. Ils correspondent aux allocutions « AND », « OR » et « NOT ».

L'équation de recherche de cette revue de littérature comprend les mots clés selon le modèle PICO résumés dans le tableau suivant en français et en anglais :

MODELE PICO	MOTS-CLES ET SYNONYMES	MESH TERMS AND SYNONYMS
PARTICIPANTS	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sportifs/Athlète ➤ Cheville Instable 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sportsmen/Athlete ➤ Ankle Instability
INTERVENTION	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Reprogrammation Neuromusculaire / Exercices Proprioceptifs 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Neuromuscular rehabilitation / Proprioceptive Exercises
COMPARAISON	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pas de rééducation ➤ Autre rééducation / Autres exercices 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ No rehabilitation ➤ Other rehabilitation / Other exercises
RESULTATS	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Équilibre postural dynamique / Contrôle postural dynamique ➤ Star Excursion Balance Test / SEBT 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Dynamic balance / Dynamic postural control ➤ Star Excursion Balance Test / SEBT

Tableau 3 : Mots clés et Mesh Terms

Voici l'équation de recherche obtenue à partir des mots clés préalablement définis en français et en anglais qui servira de base pour investiguer les différentes sources d'informations dans le tableau ci-dessous :

(cheville instable) ET ((athletes) OU (sportifs)) ET ((exercices proprioceptifs) OU (reprogrammation neuromusculaire)) ET ((équilibre dynamique) OU (contrôle postural dynamique)) ET (SEBT)

(ankle instability) AND ((athletes) OR (sportsmen)) AND ((proprioceptive exercises) OR (neuromuscular rehabilitation)) AND ((dynamic balance) OR (postural control)) AND (SEBT)

Tableau 4 : Équation de recherche

2.3 Méthodologie d'extraction des données

2.3.1 Stratégie de recherche

Afin que la recherche automatisée puisse être reproductible, il est nécessaire de décrire la stratégie de recherche. Sur chacune des bases de données, le filtre «Randomized Control Trial» a été sélectionné pour correspondre au caractère thérapeutique de notre revue. De plus, pour rester dans les données actuelles des connaissances scientifiques et biomédicales le filtre « 10 Years » a été appliqué pour éviter des essais cliniques de plus de dix ans et aucune restriction linguistique n'a été appliquée.

Sur Pubmed : l'équation de recherche tapée dans l'option « Advanced Search » fut la suivante : ((ankle instability) AND (athletes)) OR (sportsmen)) AND (proprioceptive exercises)) OR (neuromuscular rehabilitation)) AND (dynamic balance)) OR (postural control)) AND (SEBT).

Sur Cochrane Library : l'équation de recherche tapée dans l'option « Advanced Search » fut la suivante : (Ankle instability) AND (Athletes) AND (Proprioceptive exercises) OR (neuromuscular rehabilitation) AND (SEBT).

Sur PEDro : l'équation de recherche tapée dans l'option « Simple Search » fut la suivante : Ankle instability, Athletes, Proprioceptive exercises, SEBT.

Sur Kinédoc : l'équation de recherche tapée dans l'option « Recherche avancée » fut : Cheville instable ET Athlètes ET Rééducation.

2.4 Méthode de sélection et d'analyse des données

2.4.1 Sélection des études

Les bases de données investiguées offrent en totalité 80 références.

BASE DE DONNEES	NOMBRES D'OCCURRENCES
PUBMED	N= 29
COCHRANE LIBRARY	N= 25
PEDRO	N= 24
KINEDOC	N= 3

Tableau 5 : Nombres de références par base de données

Parmi les occurrences qui apparaissent les essais cliniques retrouvés sur plusieurs bases de données doivent être éliminer. 22 « doublons » ont été identifiés, ainsi il ne reste que 58 essais cliniques. La sélection s'affine ensuite par la lecture des titres des articles. Elle a permis d'exclure 31 références pour n'en laisser que 27.

BASE DE DONNEES	NOMBRES D'OCCURRENCES RESTANTES
PUBMED	N= 13
COCHRANE LIBRARY	N= 8
PEDRO	N= 5
KINEDOC	N= 0

Tableau 6 : Nombres de références par base de données

Après lecture des résumés des 27 articles, 19 ont été exclus car ils ne correspondaient pas aux critères d'inclusion pour cette revue et donc jugés non pertinent. Il ne reste donc que 8 articles.

BASE DE DONNEES	NOMBRES D'OCCURRENCES RESTANTES
PUBMED	N= 4
COCHRANE LIBRARY	N= 3
PEDRO	N= 1
KINEDOC	N= 0

Tableau 7 : Nombres de références par base de données

Enfin, une lecture approfondie de l'entièreté des articles a permis de déterminer s'ils pouvaient être inclus au sein de la revue systématique. 3 ont été exclus et 5 ont été inclus au sein de cette revue.

BASE DE DONNEES	NOMBRES D'OCCURRENCES RESTANTES
PUBMED	N= 3
COCHRANE LIBRARY	N= 1
PEDRO	N= 1
KINEDOC	N= 0

Tableau 8 : Nombres de références par base de données

2.4.2 Qualité méthodologique des études sélectionnées

La qualité méthodologique des essais contrôlés randomisés a été évaluée en utilisant l'échelle PEDro qui est une échelle valide et fiable pour évaluer la validité externe et interne des études cliniques. [56] [57]

Effectivement, l'échelle PEDro permet de mettre en évidence les différents types de biais inhérents aux essais cliniques randomisés.

Cette revue utilise donc la version française de cette échelle (Annexe 5) et propose un tableau qui précise les biais et le score de chacune des études incluses.

Les études incluses au sein de revue devaient vent présenter un score PEDro supérieur ou égal à 5/10.

2.4.3 Extraction des données

Les données des différentes études sélectionnées ont été extraites librement des articles et seront résumées sous formes de tableau dans la partie Résultats pour faciliter la comparaison entre les différents essais cliniques. Les données recherchées sont les suivantes :

- Les informations bibliographiques (Titre, Auteurs, Date de publication).
- Le design de l'étude (Type d'études, Période de suivi, Cadre de l'étude).
- La taille de l'échantillons.
- Caractéristiques des participants dans chaque groupe (nombre, sexe, âge, fréquence et intensité de l'activité sportive si possible).
- Les caractéristiques de l'intervention (description de la RNM).
- Les caractéristiques du comparateur.
- La fréquence et la durée du/des exercices de la RNM.
- Le /Les critères de jugement évalués.
- Le moment de l'évaluation des critères de jugements.
- Les résultats des critères de jugement évalués pour cette revue.

2.4.4 Méthode de synthèse et d'analyse des résultats

Les résultats des études seront d'abord présentés dans la partie 3.3 Résultats de l'intervention sur le critère de jugement. Puis ces résultats seront inclus dans une méta-analyse qui permettra une analyse statistique. Les résultats recherchés sont les suivants :

- La différence inter-groupe post-traitement.
- La zone d'incertitude des différences inter-groupes avec un intervalle de confiance à 95% et à défaut avec la p value.
- La taille d'effet.

Le niveau de preuves des résultats de chaque étude est évalué grâce au Système GRADE qui dans le contexte de l'élaboration de recommandations et de la qualité des données scientifiques reflète notre confiance dans le fait qu'une estimation de l'effet est adéquate pour supporter une recommandation ou une décision. [58] (Annexe 6) L'applicabilité des différents exercices des études incluses est également rapportée et discutée et la qualité méthodologique de cette revue est évaluée par la grille AMSTAR. [59] (Annexe 7)

3. Résultats

3.1 Description des études

3.1.1 Diagramme de flux

Le diagramme de flux ci-dessous représente le chemin de sélection des études, de l'identification vers l'inclusion au sein de la méta-analyse.

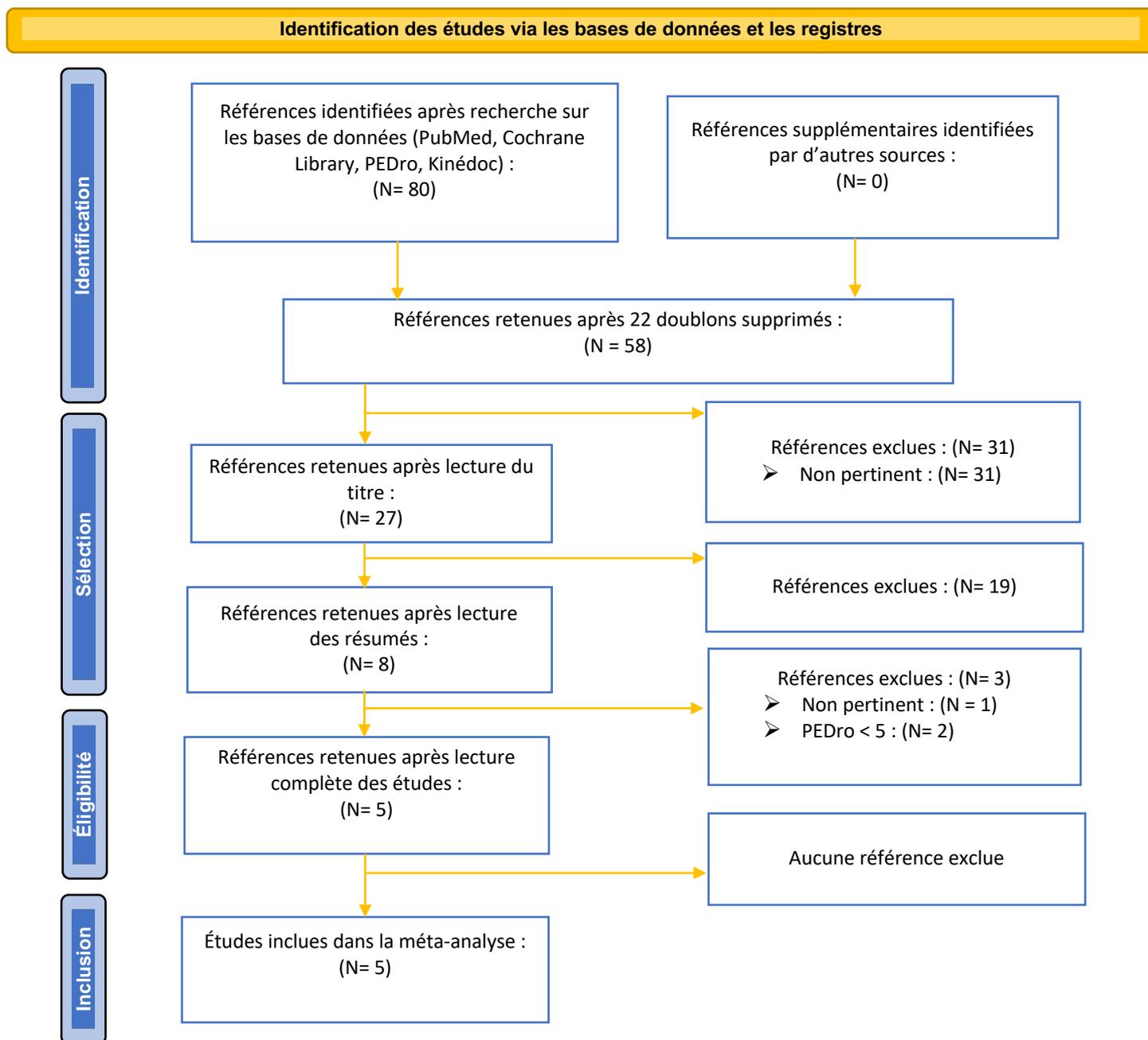


Figure 15 : Diagramme de flux

Voici les articles exclus et leurs caractéristiques après lecture complète dans le tableau ci-dessous :

<i>Auteurs et Dates</i>	<i>Raison de l'exclusion</i>
Marta Inglés et al. 2019	Sportifs sans instabilité de cheville.
Cain MS et al. 2015	Qualité méthodologique inférieure à 5 sur l'échelle PEDro.
Ross Cloak et al. 2013	Qualité méthodologique inférieure à 5 sur l'échelle PEDro.

Tableau 9 : Études exclues

Voici les **essais inclus** après lecture complète dans le tableau ci-dessous :

<i>Auteurs et Dates</i>	<i>Titres</i>
M. Spencer Cain, Rebecca J. Ban, Yu-Ping Chen, Mark D. Geil, Benjamin M. Goerger, Shelley W. Linens. 2020 [60]	Four-Week Ankle-Rehabilitation Programs in Adolescent Athletes with Chronic Ankle Instability.
Ben Anguish, Michelle A. Sandrey. 2018 [61]	Two 4-Week Balance-Training Programs for Chronic Ankle Instability.
Cruz-Diaz, R. Lomas-Vega, M. C. Osuna-Pérez, F. H. Contreras, A. Martínez-Amat. 2015 [62]	Effects of 6 Weeks of Balance Training on Chronic Ankle Instability in Athletes: A Randomized Controlled Trial.
Rafael Sierra-Guzmán, Fernando Jiménez-Díaz, Carlos Ramírez, Paula Esteban, Javier Abián-Vicén. 2018 [63]	Whole-Body-Vibration Training and Balance in Recreational Athletes with Chronic Ankle Instability.
Wen-Dien Chang, Shuya Chen and Yung-An Tsou. 2021 [64]	Effects of Whole-Body Vibration and Balance Training on Female Athletes with Chronic Ankle Instability.

Tableau 10 : Études incluses

Les articles sélectionnés pour cette revue de littérature sont des études comparatives composées de groupes expérimentaux et de groupes témoins ou non.

Un tableau a été rempli pour chaque étude afin de mettre en relief les données définies à extraire de façon méthodique.

3.1.2 Spencer Cain et al. 2020

Four-Week Ankle-Rehabilitation Programs in Adolescent Athletes with Chronic Ankle Instability.

ETUDE	
Type d'étude	Essai clinique contrôlé randomisé en simple aveugle
Période de suivit	4 semaines
Cadre de l'étude	Installations d'entraînement sportif des lycées
Fréquence et activité sportive	Les patients ont déclaré un minimum de 5 heures d'activité par semaine, sport et fréquence non précisés.
POPULATION	
Nombre de patient	N= 43
Taille des échantillons	Intervention : N= 10 Contrôle : N= 11
Age	16-18
Age moyen	16.37 +/- 1.00
Sexe ratio	20 garçons / 23 filles
Critère d'inclusion	Les volontaires étaient inclus s'ils avaient des antécédents d'au moins une entorse de la cheville ayant nécessité une intervention médicale, des symptômes répétés de douleur, de gonflement, de faiblesse et d'instabilité et un score de 25 au questionnaire CAIT (Cumberland Ankle Instability Tool).
Critères d'exclusion	Les recrues étaient exclues si un professionnel de la santé avait diagnostiqué une blessure du membre inférieur au cours des 3 mois précédents avec des symptômes présents au moment de l'étude ou une entorse aiguë de la cheville dans les 6 semaines précédant l'étude, si elles avaient subi une intervention chirurgicale antérieure à l'un ou l'autre des membres inférieurs ou si elles avaient des antécédents de fracture de la cheville.
INTERVENTION	
Groupe expérimental	<p>Les protocoles ont été complétés 3 fois par semaine pendant 4 semaines.</p> <p>➤ Biomechanical Ankle Platform System Board : 5 essais de rotations dans le sens des aiguilles d'une montre et dans le sens inverse, en changeant de direction toutes les 10 secondes pendant chaque essai de 40 secondes avec intervalles de repos de 1 minute entre les essais.</p>
Groupe contrôle	Aucun exercice de rééducation
RESULTATS	
Critère(s) de jugement principal(s)	Time-in-balance test/ foot-lift test/ <i>Star Excursion Balance Test</i> / side-hop test /figure-8 hop test / <i>Foot and Ankle Ability Measure/ Cumberland Ankle Instability Tool</i>
Moment d'évaluation	Avant et après la prise en charge.

Tableau 11 : Spencer Cain et al. 2020

Effects of Whole-Body Vibration and Balance Training on Female Athletes with Chronic Ankle Instability.

ETUDE	
Type d'étude	Essai clinique contrôlé randomisé.
Période de suivi	6 semaines
Cadre de l'étude	Laboratoire de recherche
Fréquence et activité sportive	Athlètes universitaires, Basket-ball et Volley-ball ; fréquence non précisée.
POPULATION	
Nombre de patient	N= 63
Taille des échantillons	Intervention : N= 42 Contrôle : N= 21
Age	Non précisé
Age moyen	20,65 +/- 1,33
Sexe ratio	0 hommes / 63 femmes
Critère d'inclusion	Athlètes féminines ayant des antécédents d'au moins une entorse de la cheville, une instabilité latérale de la cheville de la jambe dominante avec un score de gravité ≤ 24 mesuré à l'aide de l'outil d'instabilité de la cheville de Cumberland, et une sensation continue de cheville qui " cède " après un an.
Critères d'exclusion	Entorse aiguë de la cheville, antécédents de chirurgie des deux jambes et toute maladie musculo-squelettique des membres inférieurs.
INTERVENTION	
Groupe expérimental	<p>Les 2 groupes ont effectué les mêmes exercices pendant les programmes d'entraînement de 6 semaines. Les participants des deux groupes ont été invités à maintenir l'équilibre sur l'une ou l'autre jambe ou une jambe affectée tout en ayant les yeux fermés. Les deux programmes d'entraînement ont été menés trois fois par semaine pendant 6 semaines et consistaient en un exercice d'échauffement de 5 minutes, un exercice principal de 20 minutes et un exercice de récupération de 5 minutes. L'exercice principal comprenait trois mouvements d'exercice : une position à deux jambes, une position à une jambe et une position en tandem. Les semaines 1 à 3 consistaient en quatre séries d'exercices de 45 s avec un intervalle de repos de 40 s entre les exercices, et les semaines 4 à 6 consistaient en cinq séries d'exercices de 45 s avec un intervalle de repos de 30 s entre les exercices.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Whole-Body Vibration platform : exercices debout sur la plate-forme vibrante, qui fonctionnait à une fréquence et une amplitude de 5 Hz et 3mm. ➤ Bosu : Bosu au sol, avec le même programme d'entraînement décrit ci-dessus.
Groupe contrôle	Niveau d'activité physique habituelle et s'abstenir de commencer un nouveau programme d'entraînement ou des exercices thérapeutiques.
RESULTATS	
Critère(s) de jugement principal(s)	Joint Position Sense Test / <i>Star Excursion Balance Test</i> / Isokinetic Strength Test
Moment de l'évaluation	Avant et après la prise en charge.

Tableau 15 : Wen Dien Chang et al. 2021

3.2 Risques de biais des études incluses

3.2.1 Grille d'analyse PEDro

Pour analyser le risque de biais et les limites des études éligibles et sélectionnées, l'échelle PEDro a été utilisée. Il s'agit d'une échelle fiable pour détecter les potentiels biais dans les essais cliniques randomisés en kinésithérapie. Le score obtenu nous permet de voir la qualité d'une étude. 11 critères permettent l'évaluation des risques et donnent une note sur 10. [65] Ces critères analysent :

- La validité externe de l'étude : c'est le premier critère, il précise les critères d'éligibilité de l'étude. Il est satisfait si le rapport décrit la source des sujets et une liste des critères d'inclusion. Cependant ce critère n'intervient pas dans le score PEDro final.
- La validité interne de l'étude : elle est évaluée par les critères 2 à 9, ils traitent de la qualité méthodologique de l'étude en évaluant les différents types de biais au sein de cette dernière.
- La pertinence clinique de l'étude : elle est évaluée par les critères 10 et 11 en analysant les résultats statistiques de l'étude.

De plus les critères de la grille PEDro qualifient le type de biais présents au sein de l'étude, notamment les :

Biais de sélection et d'assignation :

- Le critère **2** vérifie si l'attribution des patients aux différents groupes d'étude est aléatoire.
- Le critère **3** vérifie l'assignation secrète des patients aux différents groupes d'études.
- Le critère **4** assure la similarité inter groupe aux regards des indicateurs pronostiques de l'étude.

Biais de performance :

- Le critère **5** valide la mise en aveugle de tous les participants de l'étude.
- Le critère **6** valide la mise en aveugle de tous les thérapeutes de l'études.

Biais de détection : Le critère **7** valide la mise en aveugle de l'examineur.

Biais de suivi : Le critère **8** assure un suivi similaire et adéquat de tous les patients.

Biais de migration : Le critère **9** permet de savoir si tous les participants pour lesquels des mesures de résultats étaient disponibles ont reçu le traitement ou le contrôle tel qu'attribué ou, lorsque ce n'était pas le cas, les données pour au moins un résultat clé ont été analysées en "intention de traiter".

Biais d'évaluation :

- Le critère **10** affirme si les résultats des comparaisons statistiques entre groupes sont rapportés pour au moins un résultat clé.
- Le critère **11** montre si l'étude fournit à la fois des mesures ponctuelles et des mesures de variabilité pour au moins un résultat clé.

3.2.2 Synthèse des biais des études incluses

Concernant la **validité externe des études**, seul l'article de Wen-Dien Chang et al. 2021 a précisé les critères d'éligibilité utilisés dans l'admission des participants à l'étude et décrit dans son rapport la source de recrutement des sujets.

En ce qui concerne les **biais de sélection et d'assignation**, toutes les études présentent une attribution des patients aux différents groupes d'étude de façon aléatoire et une similarité inter-groupe aux regards des indicateurs pronostiques de l'étude.

De plus elles respectent une **assignation secrète** des patients aux différents groupes d'études hormis pour les études de Ben Anguish et al.2018 et Wen-Dien Chang et al.2021 qui possèdent donc un **biais d'assignation**.

Toutes les études incluses présentent un **biais de performance** dans la mesure où ni les participants, ni les thérapeutes n'ont été placés en aveugle.

Cependant rappelons que lorsqu'il s'agit d'un traitement thérapeutique par l'exercice comme c'est le cas dans toutes les études incluses, la mise en aveugle des participants, des thérapeutes et des examinateurs est très complexe voire impossible.

Seules les études de Spencer Cain et al.2020 et Cruz-Diaz et al.2015 respectent la mise en aveugle de l'examineur afin qu'il ne puisse pas modifier ou influencer les résultats et ne présentent donc pas de **biais de détection**.

Toutes les études ont assuré un suivi similaire et adéquat de tous les participants et ont rapporté les mesures d'au moins un résultat clé pour plus de 85% des participants initialement assignés aux différents groupes. Aucune des études incluses ne présentent alors de **biais de suivi**.

Toutes les études présentent un **biais de migration** hormis celle de Ben Anguish et al.2018 qui est la seule à avoir précisé une analyse en intention de traiter et que tous les sujets ont reçu le traitement auquel ils étaient assignés.

Enfin toutes les études incluses ne présentent pas de **biais d'évaluation** puisqu'elles offrent une comparaison statistique inter-groupe pour tous les résultats ainsi que l'estimation des effets et l'estimation de leur variabilité pour au moins un des critères de jugement principal.

Le tableau suivant expose les scores obtenus par les études et leurs différents biais selon la grille PEDro :

Études et Dates	Critère de la grille PEDro											Score/ 10
	Sélection				Performance		Détection		Suivi		Migration	
Biais	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Spencer Cain et al. 2020	NON	OUI	OUI	OUI	NON	NON	OUI	OUI	NON	OUI	OUI	7
Ben Anguish et al. 2018	NON	OUI	NON	OUI	NON	NON	NON	OUI	OUI	OUI	OUI	6
Cruz-Diaz, R. et al. 2015	NON	OUI	OUI	OUI	NON	NON	OUI	OUI	NON	OUI	OUI	7
Rafael Sierra-Guzmán et al. 2018	NON	OUI	OUI	OUI	NON	NON	NON	OUI	NON	OUI	OUI	6
Wen-Dien Chang et al. 2021	OUI	OUI	NON	OUI	NON	NON	NON	OUI	NON	OUI	OUI	5

Tableau 16 : Risque de biais ; Échelle PEDro.

Afin d'évaluer l'importance des risques de biais trouvés dans les différentes études, ils ont été résumés à l'aide de l'outil « Risques de biais » proposé par la Cochrane collaboration. Cet outil permet d'évaluer les biais se trouvant au sein des essais cliniques randomisés. Il contient 7 domaines de biais et chacun est évalué comme étant faible, élevé ou indéterminé.

Les voici exposés dans le tableau suivant :

	1 Génération de séquence aléatoire (biais de sélection)	2 Secret d'assignation (biais de sélection)	3 Insu des participants et intervenants (biais de performance)	4 Insu des évaluateurs (biais de détection)	5 Données de résultats incomplètes (biais de migration)	6 Rapport sélectif (biais de notification)	7 Autres biais
Spencer Cain et al. 2020	●	●	●	●	●	●	●
Ben Anguish et al. 2018	●	●	●	●	●	●	●
Cruz-Diaz, R. et al. 2015	●	●	●	●	●	●	●
Rafael Sierra-Guzmán et al. 2018	●	●	●	●	●	●	●
Wen-Dien Chang et al. 2021	●	●	●	●	●	●	●

Tableau 17 : Risque de biais ; Cochrane Collaboration

De plus les biais de toutes les études confondues peuvent être représentés en pourcentage sous forme de graphique pour avoir une vision globale des biais des études intégrées au sein de cette revue :

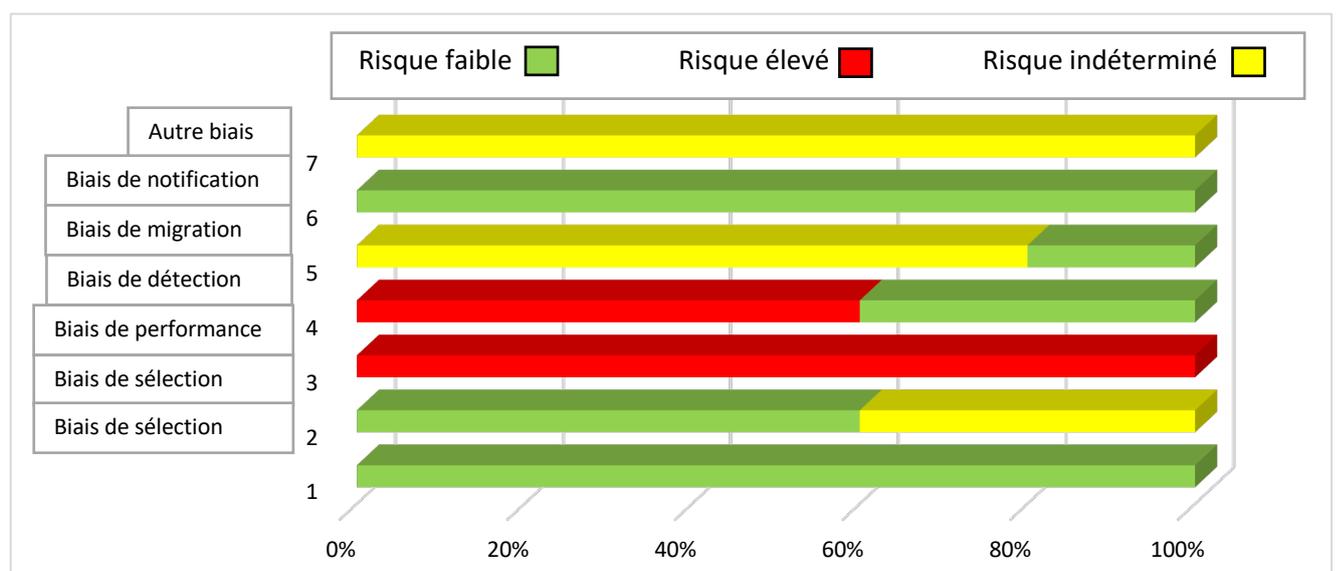


Figure 16 : Synthèse graphique des risques de biais des études incluses

3.3 Effet de l'intervention sur les critères de jugements

Le critère de jugement principal pour cette revue de littérature est un critère objectif fonctionnel d'évaluation de l'équilibre postural dynamique. **Les critères de jugement secondaires** quant à eux sont des critères subjectifs d'évaluation de l'instabilité perçue par les patients.

Il est nécessaire de rappeler que seul les résultats **statistiquement significatifs** ($P < 0,05$) sont reconnus comme amenant une différence assez grande pour être prise en compte en faveur d'un exercice thérapeutique, afin de dire avec le plus de certitude possible que ces différences ne sont pas dues au hasard.

3.3.1 Synthèse qualitative

3.3.1.1 Spencer Cain et al. 2020

Pour le SEBT, des **effets significatifs temps par groupe** ($P < 0,05$) ont été détectés pour chacune des variables dépendantes du SEBT sauf dans la direction antérieure ($P = 0,10$).

Chaque différence de groupe par rapport au groupe témoin était étayée par des **tailles d'effet petites à grandes** pour l'équilibre dynamique (Hedges $g : 0,10-1,37$).

Pour les critères subjectifs d'instabilité, le groupe expérimental a rapporté de meilleurs résultats que le groupe contrôle, mais **aucun effet principal de groupe, ni temps par groupe** ($P > 0,05$) n'a été détecté dans les différences inter-groupes. Ici on retrouve surtout un **effet principal du temps** ($P < 0,001$). Les différences entre les groupes par rapport au groupe témoin étaient étayées par des **tailles d'effet petites à grandes** (Hedges $g 0,03-1,24$).

3.3.1.2 Ben Anguish et al. 2018

Aucun effet principal de groupe ou de temps par groupe n'a été détecté.

Un **effet principal temporel** pour les deux groupes dans les 3 directions de portée de la pré-intervention à la post-intervention s'est produit : les distances de portée ont augmenté pour la direction antérieure ($P < 0,001$), Postéro-Médiale ($P < 0,001$) et Postéro-Latérale ($P < 0,001$).

Les distances d'atteinte **ont augmenté après les interventions** d'entraînement à l'équilibre avec des **tailles d'effets importantes** (Postéro-Latérale) et **modérés à importants** (directions Antérieur et Postéro-Médiale).

Cependant **aucun effet significatif** de groupe entre les groupes n'était évident pour toute distance de portée du SEBT dans les 3 directions ($P > 0,05$). Les tailles d'effet entre les groupes étaient petites pour toutes les directions du SEBT. Aucun exercice n'est donc **significativement plus efficace**.

Pour le FAAM-ADL, **aucun effet principal de groupe n'a été observé**.

Cependant, pour le FAAM-Sports, malgré l'absence d'interaction, le groupe SLB a montré plus d'amélioration temporelle ($P = 0,006$).

Après avoir terminé les programmes, les deux groupes se sont améliorés de la pré-intervention à la post-intervention pour le FAAM-ADL ($P < 0,001$) et FAAM-Sports ($P < 0,006$).

De **grandes tailles d'effet temporel** étaient présentes pour FAAM-ADL, tandis que pour FAAM-Sports, le groupe équilibre sur une jambe a démontré une grande taille d'effet et le groupe PHSB, une taille d'effet modérée.

3.3.1.3 Cruz-Diaz R et al. 2015

Les changements au sein du groupe expérimental ont montré une **amélioration significative** pour les 3 distances d'atteinte SEBT ($P < 0,001$).

Dans le groupe témoin, aucune différence significative dans les changements au sein du groupe n'a été observée pour aucune de ces mesures. Les **tailles d'effet** étaient négligeables pour les changements au sein du groupe contrôle et **modérées** pour les distances antérieures SEBT (d de Cohen = 0,66), et **plus importantes** pour les distances postéro-médiales (d de Cohen = 1,38) et postéro-latérales (d de Cohen = 1,83) dans le groupe expérimental.

Les **différences entre les groupes** dans les scores de changement étaient **significatives** pour toutes les distances ($P < 0,001$) et les **tailles d'effet étaient plus importantes** pour toutes les distances d'atteinte.

Les scores de changement au sein du groupe expérimental montrent une **amélioration significative** du CAIT. Dans le groupe témoin, le changement au sein du groupe présente une valeur dans les limites de la signification pour le CAIT. Les **tailles d'effet** étaient négligeables ou faibles pour le groupe contrôle et **plus importantes** (d de Cohen = 2,32) dans le **groupe expérimental**.

Les **différences inter groupe** dans les scores de changement étaient **significatives** pour le CAIT ($P < 0,001$). **La taille de l'effet** est importante (d de Cohen = 2,45) dans les scores de changement entre les groupes.

3.3.1.4 Rafael Sierra-Guzmán et al. 2018

L'analyse intra-groupe du groupe Vibration a montré des **augmentations** ($P < 0,05$) avec des **tailles d'effets modérés à importants** dans la direction postéro-latérale (d de Cohen = 0,52).

Dans le groupe pas de Vibration, il y a des **augmentations** avec des **tailles d'effets modérés à importantes** dans la direction postéro-médiale ($P = 0,002$; d de Cohen = 0,83) et dans la direction postéro-latérale ($P = 0,03$; d de Cohen = 0,43).

Aucune différence inter groupe significative ($P > 0,05$) entre les 3 groupes pour aucune des 3 mesures n'a été observée. Aucun groupe n'apparaît comme significativement plus efficace.

Cependant, des **tailles d'effets importantes** étaient présents dans plusieurs directions entre les groupes Vibration et Contrôle notamment dans la direction postéro-médiale (d de Cohen = 0,73) et les groupes pas de Vibration et Contrôle dans la direction postéro-médiale (d de Cohen = 0,75).

3.3.1.5 Wen-Dien Chang et al. 2021

Des **effets significatifs temps par groupes** ont été retrouvés.

Il y a une **augmentation significative** entre les groupes Vibration et Contrôle dans la direction postérolatérale avec une **taille d'effet importante** ($p = 0,03$, d de Cohen = 1,05) en **faveur du groupe expérimental**. Entre les groupes pas de Vibration et Contrôle on observe des **améliorations**

significatives dans toutes les directions ($P < 0,05$) en faveur du **groupe expérimental** avec néanmoins des **tailles d'effet très petites**.

Enfin, **aucune différence significative** dans le SEBT **entre les deux groupes d'entraînement** en termes de score n'a été détecté. Aucun exercice n'apparaît comme **significativement** plus efficace.

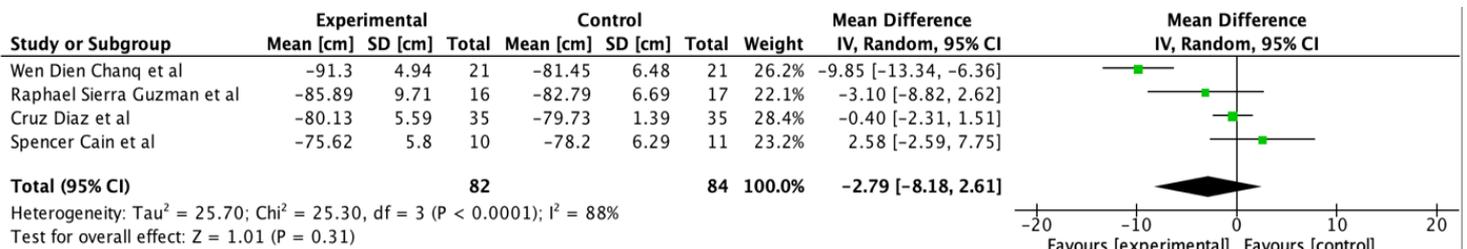
3.3.2 Synthèse quantitative : Meta-analyse

Le **Forest Plot** permet d'avoir un visuel sur la quantité d'hétérogénéité et de montrer l'effet des études sur les mêmes critères. Ici, les **Forest Plots** affichent les résultats classés par **ordre de taille d'effet**.

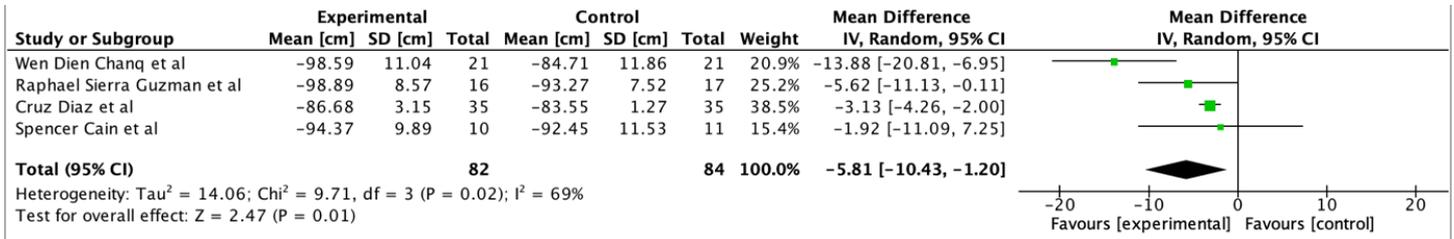
3.3.2.1 Critère de jugement principal : SEBT

➤ Intervention protocole d'entraînement sans Vibration versus Groupe contrôle :

SEBT Antérieur :



SEBT Postéro-Médial :



SEBT Postéro-Latéral :

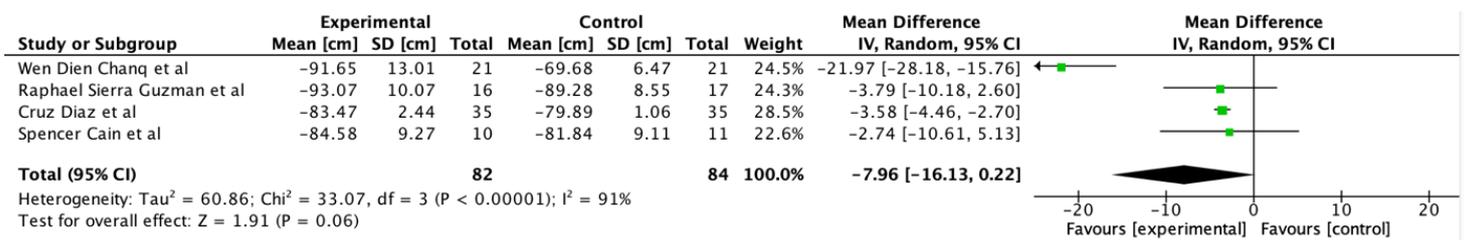
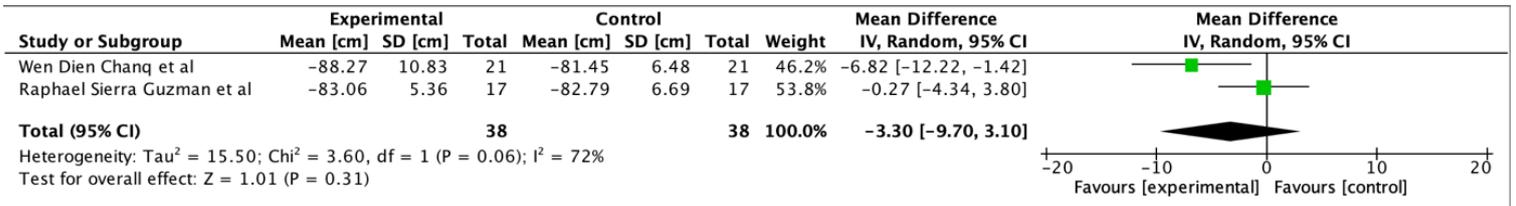


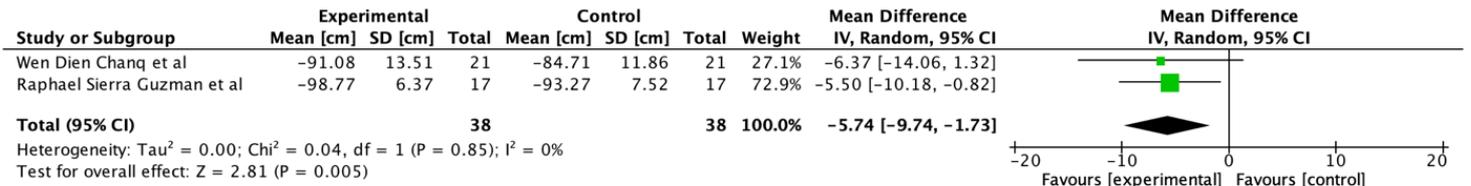
Tableau 18 : Forest Plot ; SEBT ; Intervention sans Vibration

➤ Intervention protocole incluant des vibrations versus groupe contrôle :

SEBT Antérieur :



SEBT Postéro-Médial



SEBT Postéro-Latéral :

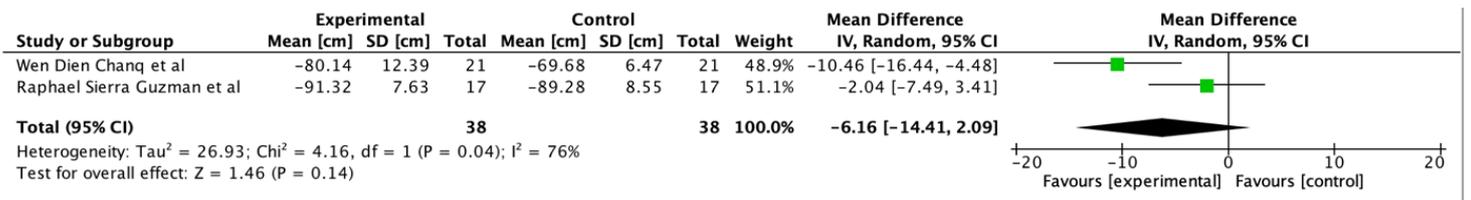
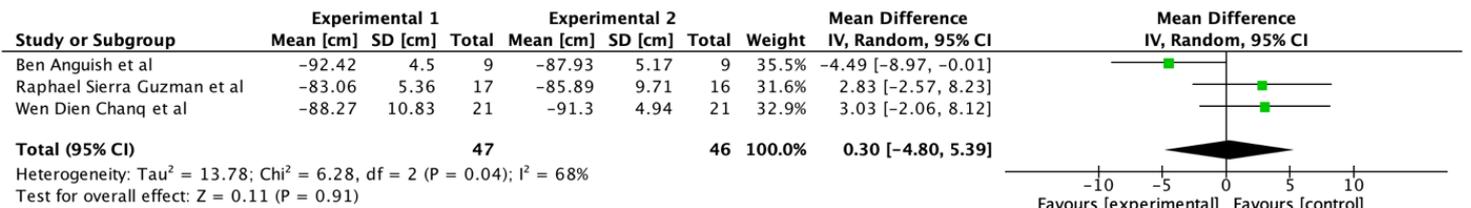


Tableau 19 : Forest Plot ; SEBT ; Intervention avec Vibration

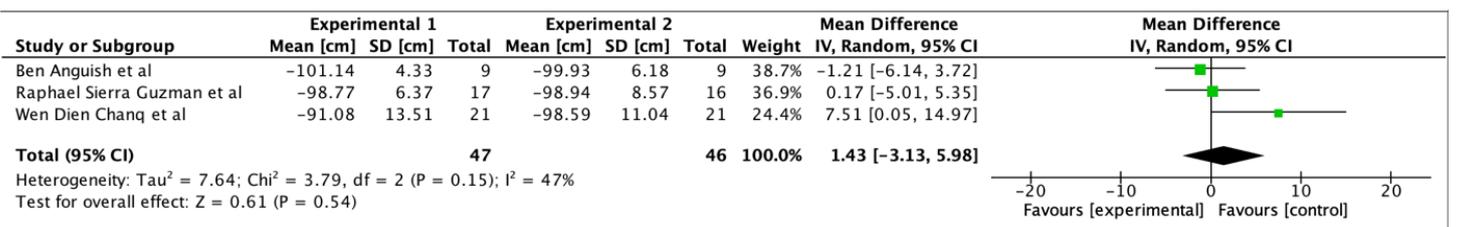
➤ Résultats des comparaisons des études ayant 2 groupes d'interventions :

- L'intervention 1 correspond au protocole avec vibration et 2 sans vibration des études de Rafael Sierra Guzman et al. 2018 et Wen-Dien Chang et al. 2021.
- Dans l'étude de Ben Anguish et al, l'intervention 1 correspond au Single Leg Hop to Stabilization et 2 au Single Limb Balance.

SEBT Antérieur :



SEBT Postéro-Médial :



SEBT Postéro-Latéral :

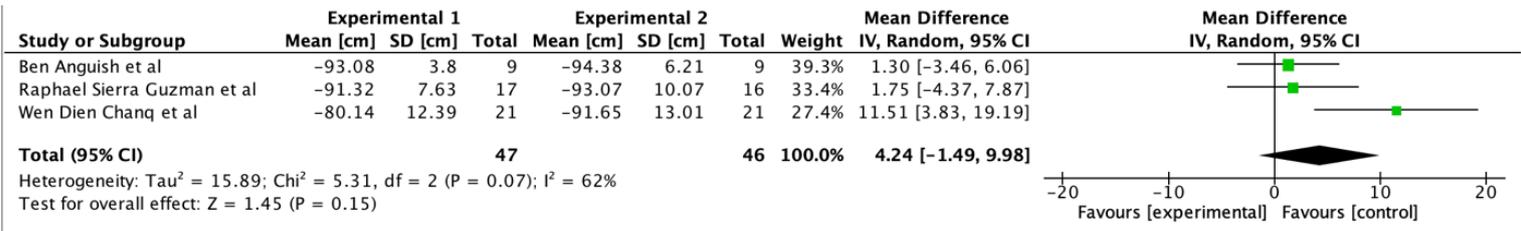
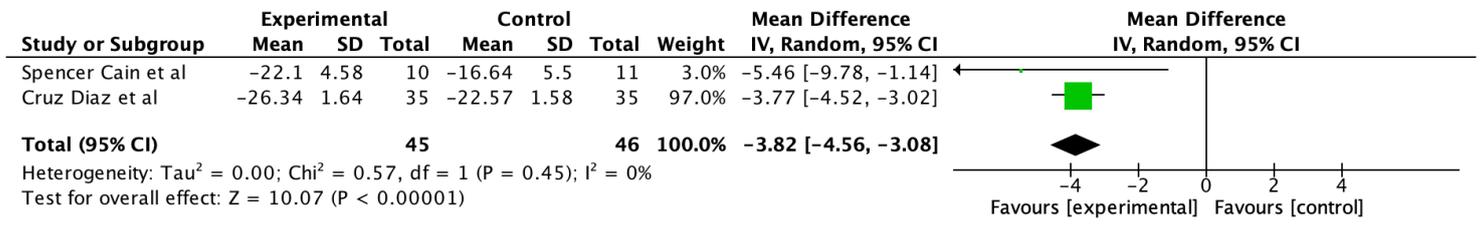


Tableau 20 : Forest Plot ; SEBT ; Étude avec 2 Interventions

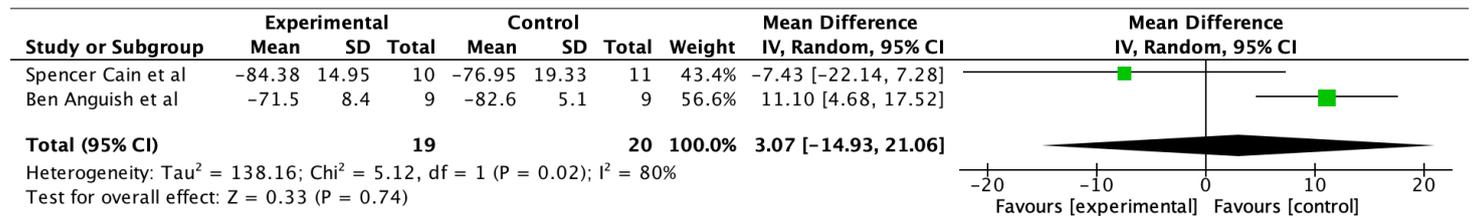
3.3.2.2 Critères de jugement secondaires : CAIT / FAAM

Cumberland Ankle Instability Tool :



Dans l'étude de Ben Anguish et al, l'intervention 1 correspond au Single Leg Hop to Stabilization et 2 au Single Limb Balance.

Foot and Ankle Ability Measure - Activity Daily Living:



Foot and Ankle Ability Measure - Sports:

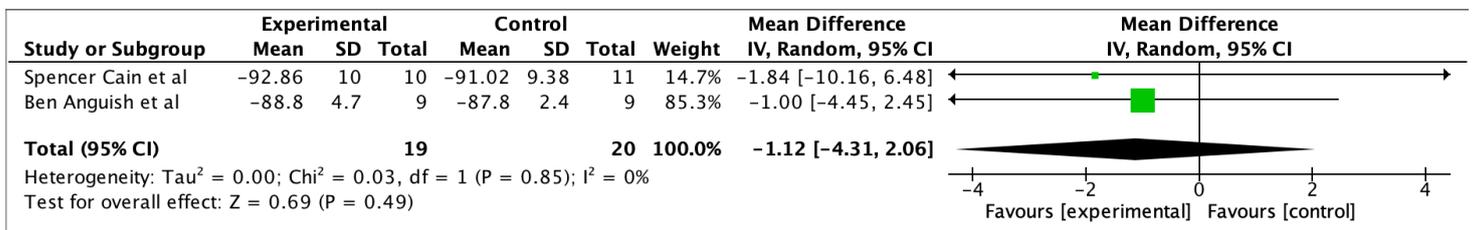


Tableau 21 : Forest Plot ; CAIT et FAAM

4. Discussion

4.1 Analyse des principaux résultats

4.1.1 Analyse des résultats du Star Excursion Balance Test

4.1.1.1 Analyse qualitative

Toutes les études incluses au sein de la méta-analyse ont rapporté les résultats des participants au SEBT.

L'analyse des résultats des **différence intra-groupe pré et post traitement** du SEBT de chaque étude a démontré une **augmentation significative** ($P < 0,05$) des distances d'atteintes dans **tous les groupes expérimentaux** par rapport aux groupes contrôles avec des **tailles d'effet globalement modérées** hormis dans la direction antérieure du groupe expérimental de l'étude de Spencer Cain et al.2020 et antérieure et postéro-médiale de l'étude de Raphael Sierra Guzman et al. 2018.

L'étude de Ben Anguish et al.2018 comparant deux protocoles d'exercices a également montré des **augmentations significatives intra-groupe** pour les deux groupes **d'interventions**.

L'analyse **des différences inter-groupes post traitement** laisse apparaître des améliorations des distances du SEBT plus importantes pour les groupes interventions que pour les groupes contrôles dans toutes les études et pour toutes les directions.

Dans l'études de Ben Anguish et al.2018 les augmentations sont en faveur de l'exercice d'équilibre sur une jambe pour les distances antérieures et postéro-médiales et pour l'exercice d'équilibre à la réception dans la direction postéro-latérale.

Néanmoins cette analyse démontre qu'il n'existe **pas de lien** entre cette **amélioration plus importante** que dans les groupes contrôle et les exercices proposés dans la mesure où **la majorité des études** ne laissent pas apparaître **des effets principaux de groupe significatifs** ($P > 0,05$).

Effectivement, lorsque les différences inter-groupe sont **significatives** la plupart des études ayant utilisé l'outil statistique ANOVA, montrent que ces dernières sont des **effets temps par groupe** pour l'étude de Wen Dien Chang et al. 2021 et Spencer Cain et al dans ses groupes expérimentaux et **temporels** dans l'étude de Ben Anguish et al.

Dans l'étude de Ben Anguish et al.2018, aucun exercice ne peut être décrit comme meilleur qu'un autre ($P > 0,05$).

Seules les études de Cruz-Diaz et al. 2015 pour toutes les directions du SEBT et de Wen Dien Chang et al.2021 dans son groupe Vibration dans la direction postéro-latérale et son groupe sans Vibration dans les directions postéro-médiales et postéro-latérales affiche une association entre les **meilleurs effets significatifs** des exercices par rapport aux groupes contrôles ($P < 0,05$).

4.1.1.2 Analyse quantitative

Les **Forest Plots** résumant et comparant les résultats des **différences inter-groupes** dans les différentes directions du SEBT révèlent une franche tendance en **faveur des groupes expérimentaux pour toutes les études** et dans **toutes les directions** et ce de façon **majoritairement significative dans les**

différences pré et post traitements comme vu dans l'analyse qualitative et pour tous les protocoles de rééducation.

Néanmoins les calculs statistiques réalisés au cours de l'élaboration des **Forests Plots** mettent en évidence des **liens significatifs d'améliorations** des distances d'atteintes **seulement** pour les protocoles de rééducation incluant des **vibrations** dans la direction **postéro-médiale** ($P < 0,005$) et **sans vibration** dans la direction **postéro-médiale** ($P < 0,01$) par rapport au groupe contrôle.

Ils correspondent aux protocoles de rééducation des études de Wen Dien Chang et Al.2021, Spencer Cain et al. 2020, Raphael Sierra Guzman et al. 2018 et Cruz Diaz et al.2015.

Ces résultats permettent d'affirmer que les protocoles de RNM des études citées précédemment **améliorent de façon significative l'équilibre postural dynamique** seulement dans l'axe **postéro-médial** avec des tailles d'effets importantes mais un intervalle de confiance qui passe par zéro dans l'études de Wen Dien Chang et al.2021 et Spencer Cain et al. 2020.

L'effet le plus important est retrouvé dans l'étude de Wen Dien et al.2021 et il est important d'observer que tous les résultats présentent une **de grands intervalles de confiance** sauf dans l'étude de Cruz Diaz et al 2015.

Quant au reste des axes du SEBT, d'après les **Forests Plot**, **aucun effet principal significatifs** n'a permis d'affirmer le lien entre la **tendance d'amélioration** et l'intervention des différentes études. ($P > 0,05$) Cependant, **la taille d'effet** dans les différentes directions reste **relativement importante**.

Il est également question de savoir si certains exercices ou méthodes apparaissaient comme plus efficaces. Dans les études qui présentent deux protocoles de rééducation, les **Forests Plots** montrent une tendance **en faveur** des protocoles n'incluant **pas de vibration** dans les exercices de rééducation et des exercices en **équilibre sur une jambe** plutôt que des exercices fonctionnels.

Effectivement ces rééducations avancent des résultats avec des **tailles d'effet plus importantes**.

De plus le protocole **d'équilibre sur une jambe** de l'étude de Ben Anguish et al.2018 montre de **meilleurs résultats** avec des effets plus importants seulement dans la direction postéro-médiale que les exercices avec et sans vibrations de Wen Dien Chang et al.2021 et Raphael sierra Guzman et al.2018. qui affichent des effets plus importants dans les deux autres axes de test.

Cependant il n'est pas possible malgré les tendances affichées par les **Forests Plots**, **ni** d'affirmer qu'un exercice ou protocole de rééducation est le plus efficace qu'un autre, **ni** de les classer par ordre d'efficacité dans la mesure ou **aucun n'affiche un effet significativement plus intéressant** ($P > 0,05$) et ce dans **toutes les directions du SEBT** et pour **toutes les études**.

De plus tous présentent une grande hétérogénéité de résultats dont l'intervalle de confiance passent par 0 ce qui diminue l'effet des résultats.

Ici, le fait qu'un exercice présente de meilleurs résultats qu'un autre peut être dû au **temps** ou au **hasard**. ($P > 0,05$)

4.1.1.3 Analyse globale et niveau de preuve des résultats : Système GRADE

Ces résultats mettent en exergue le fait qu'il existe une **indéniable et nette progression** plus importante chez la quasi-totalité **des groupes expérimentaux** d'après les **améliorations intra et inter-groupe** et dans la quasi-totalité des directions du SEBT par rapport au groupe contrôle.

Les tendances affichées par les **Forests Plots** sont nettement en faveur des **groupes expérimentaux** avec des **tailles d'effet relativement importante**.

Mais, il existe un **lien faible** avec le fait que cette **amélioration soit due uniquement à l'exercice ou au programme de rééducation** proposé par les différentes études et ce dans la **majorité des études**. Il semble être le plus souvent associé au temps sauf dans l'étude de Cruz-Diaz et al 2015 qui montre des effets significatifs mais cette dernière n'utilise pas l'outil statistique ANOVA et présente des risques de biais.

Il est visible dans les **Forests Plots** que les **effets ne sont significatifs** en faveur des exercices dans une **minorité de direction** du SEBT.

Cela indique que la progression plus **importante des groupes expérimentaux** par rapport aux groupes contrôles de la majorité des études peut être due au **temps ou au hasard** dans les autres directions.

Bien que certaines études proposent des exercices qui améliorent de façon significative les distances d'atteintes du SEBT par rapport au groupe contrôle, ces derniers sont minoritaires et agissent seulement dans une seule des trois directions.

Il n'est donc pas possible d'affirmer que les exercices de rééducation neuromusculaire des études de cette revue sont **statistiquement efficaces** dans l'amélioration de contrôle dynamique postural (SEBT) chez des sportifs avec une ICC.

Cependant, il faut également retenir les franches tendances d'**améliorations** dessinées par les Forests Plots et les **tailles d'effet importante** qu'ils laissent apparaître.

Ils démontrent une certaine **efficacité** des exercices dans les groupes expérimentaux et donc un **intérêt clinique** de ce type de rééducation, dans ce type de prise en charge.

Il faut être réservé face à cette conclusion car ce résultat présente un niveau de preuve relativement faible. Les études sont peu nombreuses, présentent une faible population, des biais et une **grande hétérogénéité**. Elles présentent également des différences dans l'analyse statistique des résultats.

Enfin, l'entièreté de l'équilibre postural dynamique ne peut être réduit à la seule évaluation objective du Star Excursion Balance Test.

Nombre d'études	Schémas d'étude	Risque de biais	Hétérogénéité	Caractère indirect	Imprécision	Autres considérations	Effets	Niveau de preuve
5	Essais cliniques randomisés	Sérieux	Très Sérieux	Sérieux	Sérieux	Complexité d'évaluation des troubles de l'équilibre dynamique	Supérieur pour les groupes Interventions	Faible

Tableau 22 : Niveau de preuve GRADE pour l'équilibre dynamique postural

4.1.2 Analyse des résultats du Cumberland Ankle Instability Tool (CAIT)

4.1.2.1 Analyse qualitative

Les études qui ont rapporté les résultats du CAIT sont les études de Spencer Cain et al.2020 et Cruz Diaz et al.2015.

L'analyse des **résultats intra-groupe pré et post traitement** révèle une franche **augmentation du score CAIT** dans le **groupe intervention** et une diminution du score pour le groupe contrôle dans l'étude de Spencer Cain et al.2020.

Dans l'étude de Cruz Diaz et al. 2015, on observe une **augmentation du score CAIT** dans les deux groupes, néanmoins **significativement plus importants** dans le groupe **intervention**. ($P < 0,05$)

Cependant, l'analyse des résultats **inter groupe post traitement** de l'étude de Spencer Cain et al.2020 démontre que **l'amélioration plus importante** du groupe **intervention** par rapport au groupe contrôle du **score CAIT** n'est **probablement pas dû à l'exercice** de rééducation dispensé ($P > 0,05$).

L'outil statistique ANOVA utilisé par cette étude montrent une **amélioration significative** du groupe expérimental avec un **effet principal temporel**. ($P < 0,001$)

Contradictoirement, dans l'étude de Cruz Diaz et al.2015 **l'effet du protocole** de rééducation est **significativement plus important** par rapport au groupe contrôle dans **l'amélioration du score CAIT**. ($P < 0,05$)

A ce stade, on peut dire avec une certaine réserve que l'intervention de rééducation neuromusculaire de Cruz Diaz et al.2015 **diminue l'instabilité de cheville perçue** par les participants de façon significative par rapport à ceux du groupe contrôle.

4.1.2.2 Analyse quantitative

On retrouve des contradictions entre les deux études vis-à-vis de l'interprétation de l'effet de l'intervention dans les résultats inter-groupe dans l'analyse qualitative.

L'élaboration d'un **Forest Plot** a alors permis de dévoiler que non seulement **l'augmentation du score CAIT**, lui-même corrélé à la **diminution de l'instabilité de cheville perçue** par le patient, s'affiche en faveur des **deux groupes expérimentaux** et ce de **façon significative** ($P < 0,00001$) par rapport aux groupes contrôles.

Il affiche de plus un **intervalle de confiance** relativement **restreint** et une **taille d'effet importante**.

On constate un effet de l'intervention plus important dans le protocole de rééducation de Spencer Cain et al.2020 que dans celui de Cruz Diaz et al. 2015.

Il est tout de même important de rappeler que bien que l'étude de Spencer Cain et al.2020 présente un effet principal plus important quant à l'augmentation du score CAIT que l'étude de Cruz Diaz et al. 2015, cette dernière affiche un très grand intervalle de confiance des résultats par rapport à l'étude de Cruz Diaz et al.2015 qui présente un intervalle de confiance relativement petit.

4.1.2.3 Analyse globale et niveau de preuve des résultats : Système GRADE

L'analyse des résultats permet de constater que la RNM a un effet statistiquement **bénéfique** quant à la **diminution de de l'instabilité de cheville perçue** par les patients sportifs présentant une ICC de ces deux essais cliniques. Cliniquement, ce type de programme apparaît alors comme **utile** pour diminuer la symptomatologie subjective d'instabilité de cheville dans ce type de population.

Il est également important de rappeler que les résultats obtenus ont montrés qu'aucun patient n'est sorti du seuil (Score CAIT) de détection d'ICC.

Il est cependant nécessaire de garder des réserves vis-à-vis du niveau de preuve de ce résultat. Seules deux études avec une **population** relativement **petite, hétérogène** et qui présentent des risques de biais ont étudié ce critère de jugement.

De plus, les études présentent leurs analyses statiques différemment. Bien que les deux obtiennent des résultats **significativement meilleurs** chez les groupes expérimentaux, l'une a tendance à mettre en valeur le fait que l'amélioration soit dû à un **facteur temporel** ($P < 0,001$) et l'autre non. Cela biaise alors l'analyse statique des Forests Plots, complique l'interprétation et **diminue le niveau de preuve du résultat**.

De plus le CAIT porte les désavantages d'un critère de jugement subjectif soit les différences de compréhensions, d'interprétations, et de ressentis entre les différents patients.

Nombre d'études	Schémas d'étude	Risque de biais	Hétérogénéité	Caractère indirect	Imprécision	Autres considérations	Effets	Niveau de preuve
2	Essais cliniques randomisés	Sérieux	Non Sérieux	Sérieux	Très Sérieux	Critère de jugement subjectif	Supérieur pour les groupes Interventions	Faible

Tableau 23 : Niveau de preuve GRADE pour l'instabilité perçue (CAIT)

4.1.3 Analyse des résultats du Foot and Ankle Ability Measure (FAAM)

4.1.3.1 Analyse qualitative

Les études incluses dans l'analyse qualitative et quantitative des résultats du scores **FAAM** sont les études de Ben Anguish et al.2018 et Spencer Cain 2020.

L'analyse des **résultats intra groupe pré et post traitement** montre que chez Ben Anguish et al.2018 il existe une amélioration significative dans les deux groupes interventionnels.

Il y a une plus grande **amélioration du score FAAM-S** en faveur du groupe **d'équilibre sur une jambe** et une plus grande **amélioration du score FAAM-ADL** pour le groupe **d'équilibre à la réception**. ($P < 0,05$) Dans l'études de Spencer Cain et al.2020, on note une plus forte **augmentation du score groupe FAAM-S et FAAM-ADL** pour le **groupe intervention** que pour le groupe contrôle avec une augmentation plus importante dans le score FAAM-S.

L'analyse des **résultats inter groupe post traitement** démontre que dans l'étude de Spencer Cain et al.2020 **l'amélioration des scores FAAM-ADL et FAAM-S plus important** en faveur du groupe **expérimental** n'est **probablement pas lié au protocole de rééducation** ($P > 0,05$) proposé mais plutôt à un **facteur temporel**. ($P > 0,001$)

Quant à l'étude de Ben Anguish et al.2018, **malgré une amélioration significative** du score FAAM-ADL et FAAM-S (effet principal du temps $P < 0,001$) dans les deux groupes la **supériorité de l'efficacité** d'un exercice par rapport à l'autre **ne peut être avancée** pour les deux scores FAAM. ($P > 0,05$)

Donc, parmi les études analysant les scores FAAM des participants, **aucun protocole de rééducation** n'affiche des **effets principaux de groupe significatifs** dans la diminution de l'instabilité perçue selon le FAAM par le patient.

Par conséquent, aucun exercice n'apparaît comme étant **significativement plus efficace qu'un autre**.

4.1.3.2 Analyse quantitative

Un **Forest Plot** a été réalisé pour le FAAM-ADL et le FAAM-S.

Pour le **FAAM-ADL**, il indique un **effet en faveur du groupe expérimental** de l'étude de Spencer Cain et al.2020 et de l'exercice **d'équilibre sur une jambe** de l'étude de Ben Anguish et al.2018.

Ce dernier semble offrir un **meilleur effet** d'amélioration avec un intervalle de confiance plus restreint que dans l'étude de Spencer Cain et al.2020.

Ici, l'exercice d'équilibre sur une jambe de Ben Anguish et al.2018 donne des résultats plus intéressants dans l'augmentation du score FAAM-ADL.

En ce qui concerne le FAAM-S, le **Forest Plot** indique également un **effet principal en faveur du groupe expérimental** dans l'étude de Spencer Cain et al.2020 mais inversement, un effet en faveur de **l'exercice d'équilibre à la réception** dans l'étude de Ben Anguish et al.2018.

On observe une **plus grande taille d'effet** dans le protocole proposé par Spencer Cain et al.2020 mais avec un intervalle de confiance plus important que dans l'étude de Ben Anguish et al.2018.

Pour les deux études, on retrouve des **intervalles de confiances relativement larges**.

Cela confirme le fait que tous ces **effets ne sont pas significatifs pour ces les protocoles** de RNM, **ni** pour le FAAM-S ($P = 0,49$), **ni** pour le FAAM-ADL ($P = 0,74$). ($P > 0,05$)

Par conséquent, les **différences d'amélioration** observées en faveur des groupes **expérimentaux** et de **certains exercices** ne permettent à nouveau ni d'affirmer que les protocoles de rééducation améliorent de façon **statistiquement significatives** le score FAAM, ni qu'un exercice est plus intéressant qu'un autre.

4.1.3.3 Analyse globale et niveau de preuve des résultats : Système GRADE

L'analyse qualitative puis quantitative ont permis de déterminer que l'efficacité de ce type de rééducation ne permettait pas d'obtenir des résultats statistiquement significatifs dans la diminution de l'instabilité perçus par les participants.

Effectivement, bien que les scores s'améliorent dans tous les cas et ce de manière plus importante chez les groupes expérimentaux, les calculs statistiques réalisées durant l'élaboration des **Forests Plots** n'établissent **pas de lien** entre la rééducation et l'amélioration du score plus importante du groupe expérimental ou d'un groupe par rapport à un autre. Cela pour les deux échelles du FAAM.

Il est tout de même important de retenir les **tendances d'améliorations** plus importantes chez les groupes expérimentaux avec des **tailles d'effets** relativement **importantes** qui témoignent tout de même d'une certaine efficacité en pratique clinique des traitements.

Il est nécessaire de rester réservé quant à ce résultat dans la mesure où son niveau de preuve reste faible. Les études sur ce critère de jugement sont seulement deux, présentent des biais, une certaine hétérogénéité et une population relativement petite.

De plus, comme pour le CAIT, le FAAM porte les désavantages d'un critère de jugement subjectif dans la difficulté d'interprétation des résultats.

Enfin, il est nécessaire de remarquer que les différentes études amènent des résultats différents et opposés quant aux effets significatifs des protocoles de rééducation pour deux échelles d'évaluation de l'instabilité perçue, donc d'un même critère de jugement.

Ici ces différences de résultats peuvent être dues à la qualité des exercices de rééducation, au caractère subjectif des échelles de test, à la qualité méthodologique des essais cliniques, ou au hasard.

Nombre d'études	Schémas d'étude	Risque de biais	Hétérogénéité	Caractère indirect	Imprécision	Autres considérations	Effets	Niveau de preuve
2	Essais cliniques randomisés	Sérieux	Sérieux	Non sérieux	Très Sérieux	Critère de jugement subjectif	Supérieur pour les groupes Interventions	Faible

Tableau 24 : Niveau de preuve GRADE pour l'instabilité perçue (FAAM)

4.2 Applicabilité des résultats en pratique clinique

4.2.1 Population

La totalité de la population des différentes études a apporté une représentation relativement représentative de la population sportive dans sa diversité des âges, des sexes, des sports pratiqués, des niveaux et de la fréquence de ces derniers.

Néanmoins parmi les 5 études incluses dans cette revue de littérature :

- Une a inclus uniquement des femmes.
- Deux ont une population majoritairement masculine.
- Une a inclus uniquement des adolescents.
- Deux n'indiquaient ni le sport pratiqué ni sa fréquence.
- Aucune n'a inclus des participants de plus 40 ans.
- Une précise les sports pratiqués par sa population.

4.2.2 Intervention

Les interventions sont assez similaires dans les outils de rééducation mais présentent des différences dans la durée des protocoles, le temps d'exercice, la fréquence d'entraînements et le type d'exercice sur les outils utilisés.

Le point commun de tous les outils de rééducation utilisés est qu'ils créent tous des **déséquilibres** plus ou moins importants en ajoutant ou non des composantes vibratoires.

Malgré une diversité importante de protocole et d'exercice, tous restent **reproductibles et applicables** dans la pratique clinique.

De plus tous les exercices proposés intégraient des composantes de **progression** en difficulté pour augmenter le déséquilibre durant et au fur et à mesure des entraînements.

Cependant les machines de vibrations utilisées dans certaines études ne sont pas des outils que l'on retrouve facilement dans tous les cabinets ou centres paramédicaux du fait de leur coût élevée.

Par ailleurs, en ce qui concerne l'amélioration de l'équilibre postural dynamique selon le SEBT, elles n'offrent pas forcément de meilleurs résultats que les groupes expérimentaux n'ayant pas accès à ces machines.

Dans les études incluses très peu de protocole de rééducation proposaient des exercices fonctionnels et en mouvement. La plupart étaient des exercices statiques avec des composantes de perturbations extérieurs. Ceci est un peu éloigné de la pratique sportive.

Il aurait été intéressant de tester des programmes plus proches de l'équilibre fonctionnel demandé dans le sport comme les exercices d'équilibre à la réception de saut proposé par Ben Anguish et al. 2018.

Enfin, toutes les interventions n'ont pas provoqué d'effets secondaires et le coût pour l'assurance maladie correspond à celui de séances de kinésithérapie pendant quelques semaines. Aucun élément n'a assez de poids pour contrebalancer la taille d'effet des exercices de rééducation neuromusculaire.

Effectivement, en vue des **tailles d'effet relativement intéressantes** des rééducations proposées par les études et le fait qu'elles apparaissent comme **peu contraignante** pour les patients et les intervenants, **peu coûteuse** et n'entraînant **pas d'effet secondaire**.

La balance bénéfice-risque semble pencher en **faveur de la rééducation neuromusculaire**.

4.2.3 Comparateur

Les groupes contrôles étaient variables d'une étude à l'autre, parfois inexistant et ne décrivaient parfois pas en quoi ils consistaient exactement ce qui rend complexe la quantification des résultats. La variabilité des différences inter groupe pour les mêmes critères de jugements pourraient être expliqué par un comparateur avec des entraînements plus ou moins important. Effectivement toutes les études ne précisaient explicitement pas le niveau d'activité des groupes contrôles.

4.2.4 Critère de jugement

Les critères de jugements sont nombreux et très variés, peu d'étude ont comparé les mêmes or mis pour l'évaluation fonctionnel de l'équilibre dynamique postural que l'on retrouve dans chaque étude avec le Star Excursion Balance Test.

Les moments d'évaluations n'étaient pas explicités clairement dans toutes les études ce qui complique l'analyse des résultats. Ils sont pris le plus souvent dans un lapse de temps court à la fin du programme d'entraînement et pas à moyen et long terme et ne donne donc pas d'idée de l'efficacité de la prise en charge à long terme.

Les critères de jugement de cette revue de littérature donnent des résultats pour une composante de l'équilibre postural dynamique avec le SEBT. Il est nécessaire de rester prudent face la véracité des résultats car la globalité du contrôle postural dynamique ne peut être ramener au simple test SEBT. Ce test reste cependant valide, fiable et reproductible en pratique clinique et donne une idée de la qualité du contrôle postural mais ne peut pas être considéré comme hautement représentatif dans une population sportive en vue de la complexité des facteurs de l'instabilité de cheville et dans la mesure où il reste éloigner des mouvements fonctionnels retrouvés dans le sport.

Il aurait été intéressant de mesurer des résultats sur des tests fonctionnels objectifs plus proche de la pratique sportive, notamment des tests de courses, de saut et de réception et de les confronter aux résultats du SEBT.

Les critères de jugement subjectifs concernant l'instabilité de cheville perçue sont également des outils intéressants, facilement utilisable et fiable dans la pratique clinique pour avoir une idée de l'intensité de l'instabilité ressentie par les patients.

Cependant, il en existe plusieurs échelles avec des critères et items différents et seulement une sous-échelle de 8 items qui s'attarde sur l'instabilité perçue chez les sportifs.

Cela donne donc tout de même des résultats assez hétéroclites et complique leurs interprétations.

4.3 Biais potentiel de la revue de littérature

4.3.1 Évaluation AMSTAR

La grille AMSTAR est une grille d'évaluation de la qualité méthodologique des revues de littérature traduite en Français. [59]

Items	Cotations	Oui / Oui partiellement / Non	Justifications
1	Est-ce que les questions de recherche et les critères d'inclusion de la revue ont inclus les critères PICO ?	OUI	Les critères PICO de la question de recherche sont disponibles dans la partie méthode II.1 Critères d'éligibilité des études pour cette revue.
2	Est-ce que le rapport de la revue contenait une déclaration explicite indiquant que la méthode de la revue a été établie avant de conduire la revue ? Est-ce que le rapport justifiait toute déviation significative par rapport au protocole ?	NON	Pas de déclaration explicite que la méthode de la revue a été établie avant de la conduire.
3	Les auteurs ont-ils expliqué leur choix de schémas d'étude à inclure dans la revue ?	OUI	Dans les critères d'éligibilité il a été précisé que la revue n'a inclu que des essais contrôlés randomisés.
4	Les auteurs ont-ils utilisé une stratégie de recherche documentaire exhaustive ?	OUI	Plusieurs bases de données ont été investiguées.
5	Les auteurs ont-ils effectué en double la sélection des études ?	NON	Un seul examinateur.
6	Les auteurs ont-ils effectué en double l'extraction des données ?	NON	Un seul examinateur.
7	Les auteurs ont-ils fourni une liste des études exclues et justifié les exclusions ?	OUI	La justification des exclusions a été donnée.
8	Les auteurs ont-ils décrit les études incluses de manière suffisamment détaillée ?	OUI	Des tableaux descriptifs de chaque étude ont été réalisés.
9	Les auteurs ont-ils utilisé une technique satisfaisante pour évaluer le risque de biais des études individuelles incluses dans la revue ?	OUI	Utilisation de l'échelle PEDro et du « Risk of Bias Tool » de la Cochrane Collaboration pour les essais clinique randomisés.
10	Les auteurs ont-ils indiqué les sources de financement des études incluses dans la revue ?	NON	Pas d'indication des sources de financements des études incluses dans la revue.
11	Si une méta-analyse a été effectuée, les auteurs ont-ils utilisé des méthodes appropriées pour la combinaison statistique des résultats ?	NON	Une méta-analyse a été réalisé mais les résultats de tous les groupes expérimentaux n'ont pas été résumé au sein d'un même Forest Plot.
12	Si une méta-analyse a été effectuée, les auteurs ont-ils évalué l'impact potentiel des risques de biais des études individuelles sur les résultats de la méta-analyse ou d'une autre synthèse des preuves ?	OUI	Analyse GRADE pour chacun des critères de jugements.
13	Les auteurs ont-ils pris en compte le risque de biais des études individuelles lors de l'interprétation / de la discussion des résultats de la revue ?	OUI	Les risques de biais des études ont été inclus dans la considération des résultats.
14	Les auteurs ont-ils fourni une explication satisfaisante pour toute hétérogénéité observée dans les résultats de la revue, et une discussion sur celle-ci ?	OUI	L'hétérogénéité a été expliquée dans la discussion.
15	S'ils ont réalisé une synthèse quantitative, les auteurs ont-ils mené une évaluation adéquate des biais de publication (biais de petite étude) et ont discuté de son impact probable sur les résultats de la revue ?	NON	Pas de Funnel Plot.
16	Les auteurs ont-ils rapporté toute source potentielle de conflit d'intérêts, y compris tout financement reçu pour réaliser la revue	OUI	L'auteur a déclaré n'avoir aucun conflit d'intérêt ni source de financement pour la réalisation de cette revue de littérature.

Tableau 25 : Grille d'évaluation AMSTAR

4.3.2 Synthèse et analyse des résultats AMSTAR

Cette revue de littérature remplit 10 critères sur 16 de la grille d'évaluation AMSTAR.

Elle met en exergue le fait que cette revue de littérature présente une qualité méthodologique relativement intéressante sur certains points et des faiblesses sur d'autres.

Les points forts de cette revue sont les suivants :

- La question de recherche a été établie selon le **modèle PICO**.
- Elle suit les **lignes directrices PRISMA**, elle définit donc une **problématique** et une **équation de recherche**, se qualifie de question **thérapeutique** et a choisi d'inclure seulement des **essais cliniques randomisés**.
- Elle affiche les différentes bases de données investiguées et décrit les différentes stratégies de recherche.
- Un **diagramme de flux** décrit la démarche de recherche jusqu'à l'inclusion des études.
- Une **liste des études exclues** et la raison pour laquelle elles n'ont pas été retenues a été fournies.
- Les **données** à extraire des études incluses étaient prédéfinies et ont été **détaillées sous forme de tableaux pour chaque étude**.
- Les **biais** de chaque étude ont été évalués selon deux échelles d'évaluations des risques de biais pour les essais cliniques randomisés : **l'échelle PEDro** et le « **Risk of Bias Tool** » de la Cochrane Collaboration.
- L'impact des biais de chaque étude sur les résultats de la méta-analyse a été pris en compte dans la discussion des résultats et évalué selon le **Système GRADE**.
- L'hétérogénéité des études a été expliquée et discutée.
- **Aucun conflit d'intérêt**, ni source de financement n'a été signalé.

Les points faibles sont les suivants :

- La revue ne présente aucun rapport qui explicite que la méthode a été définie et établie avant de conduire les recherches.
- Aucun rapport explicite toute déviation significative ou non par rapport au protocole.
- La sélection des études n'a pas été effectuée en double lecture.
- L'extraction des études n'a pas été effectuée en double lecture.
- Les sources de financements des études incluses n'ont pas été fournies.
- Une méta-analyse a été réalisée mais les résultats de tous les groupes expérimentaux n'ont pas été résumés au sein d'un même Forest Plot.
- L'impact des biais de publication n'a pas été pris en compte dans les résultats.

L'amélioration de la qualité méthodologique de cette revue de littérature réside dans l'amélioration des points faibles de cette dernière selon la grille d'évaluation AMSTAR.

Il aurait fallu que cette revue présente plus de précision en apportant des rapports explicites d'établissement de la méthode avant sa conduction et de déviation significative au protocole et en fournissant les financements de chaque étude.

Plusieurs examinateurs auraient pu réaliser la sélection des études et l'extraction des données.

Un Forest Plot résumant tous les résultats de toutes les études et pour tous les critères de jugement pourrait être réalisé afin d'améliorer l'effet visuel dans la tendance générale des résultats.

Enfin, l'impact des biais de publication de chaque étude aurait pu améliorer la qualité d'analyse des résultats et par conséquent leur interprétation et leur niveau preuve.

5. Conclusion

5.1 Implication pour la pratique clinique

Les protocoles de rééducation neuromusculaire amènent des résultats qui ne sont pas tout à fait satisfaisants d'un point de vue statistique dans l'amélioration de l'équilibre postural dynamique chez les sportifs avec une instabilité de cheville selon les interprétations quantitatives.

Néanmoins, il n'est pas possible d'affirmer que ce type de rééducation est inintéressante et inutile dans la prise en charge de cette pathologie au sein d'une population sportive.

En effet, il existe une amélioration des résultats testés en fin de rééducation plus importante chez les groupes expérimentaux que chez les groupes contrôles.

Cette amélioration est constatée d'une part dans la qualité du contrôle postural dynamique et d'autre part dans la diminution de l'instabilité perçue, dans tous les groupes expérimentaux et dans tous les axes du SEBT.

Il serait donc hérétique de dire que la rééducation neuromusculaire n'a pas d'intérêt clinique dans ce type de prise en charge dans la mesure où il existe bel et bien une amélioration bien qu'elle ne soit pas systématiquement significative.

D'autant plus qu'il n'existe que très peu de recommandations pour ce type de rééducation en ce qui concerne cette affection et les déficits qu'elle entraîne au sein de cette population.

Dans la pratique clinique, on ne peut se débarrasser d'un outil de traitement simplement car les améliorations ne sont pas statistiquement significatives dans certains cas. L'important est qu'il y ait un constat d'amélioration des déficits et de meilleures sensations chez les patients.

La rééducation neuromusculaire semble relativement y contribuer.

Elle semble bénéfique et mérite donc sa place au sein de ce type de prise en charge tant en vue de l'amélioration de l'équilibre dynamique postural que de la diminution de l'instabilité de cheville perçue.

Elle apparaît comme un outil intéressant en kinésithérapie.

Les programmes d'entraînements des différentes études peuvent donc servir de modèles pour les praticiens dans l'élaboration d'un plan de traitement en kinésithérapie adapté à des patients sportifs. Ces derniers ne peuvent constituer une rééducation à part entière en vue des résultats mais doivent apparaître au sein d'une rééducation holistique.

5.2 Implication pour la recherche clinique

Afin d'optimiser au mieux la recherche, il serait intéressant de réaliser un essai clinique randomisé avec un nombre de patients plus élevé pour que l'échantillon soit plus représentatif et moins hétérogène.

Il serait judicieux, de sélectionner des sujets dans une tranche d'âge restreinte et pratiquant le même sport au même niveau.

Il serait idéal que les patients aient sensiblement les mêmes scores selon les tests d'instabilité perçue, de contrôle postural, de test fonctionnel et de performance au début de la prise en charge.

Les interventions pourraient tester des exercices plus variés et plus fonctionnels se rapprochant plus de la pratique sportive et des mécanismes lésionnels de l'entorse.

Les critères de jugement devraient être uniformisés et adaptés à une population sportive pour tester l'instabilité, le contrôle postural mais également la capacité fonctionnelle et la performance pour évaluer la qualité des capacités physiques si chères aux yeux des sportifs.

Il serait idéal que ces tests soient à la fois cliniques instrumentaux et paracliniques objectifs et subjectifs.

Il serait donc pertinent d'élaborer des essais cliniques randomisés à plusieurs bras comparant différents exercices, à la fois statiques et fonctionnels et de les tester de façon identique selon les mêmes critères de jugement.

Cela en vue d'établir des protocoles réunissant les exercices les plus performants pour ce type de rééducation, pour les différents niveaux d'affection et pour des populations plus spécifiques.

Dans un but précis, l'amélioration du contrôle postural et le retour à la performance initiale.

Bibliographie

- [1] Bonnel F, Mabit C. Chapitre 1 - Bases anatomiques de la stabilité de cheville. In: Tourné Y, Mabit C, editors. *Cheville Instable*, Paris: Elsevier Masson; 2015, p. 1–44. <https://doi.org/10.1016/B978-2-294-71456-6.00001-0>.
- [2] Anatomie de l'appareil locomoteur-Tome 1 Membre inférieur n.d. <https://www.elsevier-masson.fr/anatomie-de-l-appareil-locomoteur-tome-1-membre-inferieur-9782294745027.html> (accessed December 18, 2021).
- [3] Leardini A, O'Connor JJ, Catani F, Giannini S. The role of the passive structures in the mobility and stability of the human ankle joint: a literature review. *Foot Ankle Int* 2000;21:602–15. <https://doi.org/10.1177/107110070002100715>.
- [4] Maestro M, Ferré B. Chapitre 2 - Biomécanique et cinématique de la cheville. In: Tourné Y, Mabit C, editors. *Cheville Instable*, Paris: Elsevier Masson; 2015, p. 45–57. <https://doi.org/10.1016/B978-2-294-71456-6.00002-2>.
- [5] Boss AP, Hintermann B. Anatomical study of the medial ankle ligament complex. *Foot Ankle Int* 2002;23:547–53. <https://doi.org/10.1177/107110070202300612>.
- [6] Kleipool RP, Blankevoort L. The relation between geometry and function of the ankle joint complex: a biomechanical review. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA* 2010;18:618–27. <https://doi.org/10.1007/s00167-010-1088-2>.
- [7] Wuebbenhorst K, Zschorlich V. The effect of increasing external degrees of freedom on force production and neuromuscular stabilisation. *J Sports Sci* 2012;30:1561–9. <https://doi.org/10.1080/02640414.2012.713977>.
- [8] Besse J-L, Gouzland T, Mabit C, Toullec E, Tourné Y. Chapitre 5. Démembrement de l'instabilité chronique, 2015. <https://doi.org/10.1016/B978-2-294-71456-6.00005-8>.
- [9] Michelson JD, Hutchins C. Mechanoreceptors in human ankle ligaments. *J Bone Joint Surg Br* 1995;77:219–24.
- [10] Bonnel F, Toullec E, Mabit C, Tourné Y, Sofcot. Chronic ankle instability: biomechanics and pathomechanics of ligaments injury and associated lesions. *Orthop Traumatol Surg Res OTSR* 2010;96:424–32. <https://doi.org/10.1016/j.otsr.2010.04.003>.
- [11] Takebayashi T, Yamashita T, Minaki Y, Ishii S. Mechanosensitive afferent units in the lateral ligament of the ankle. *J Bone Joint Surg Br* 1997;79:490–3. <https://doi.org/10.1302/0301-620x.79b3.7285>.
- [12] Instabilité du pied après lésion du ligament latéral de la cheville - PubMed n.d. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/5846766/> (accessed April 13, 2022).
- [13] Hiller CE, Kilbreath SL, Refshauge KM. Chronic ankle instability: evolution of the model. *J Athl Train* 2011;46:133–41. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-46.2.133>.
- [14] entorse_rap.pdf n.d.
- [15] Rééducation de l'entorse externe de la cheville. Haute Aut Santé n.d. https://www.has-sante.fr/jcms/c_272059/fr/reeducation-de-l-entorse-externe-de-la-cheville (accessed December 18, 2021).
- [16] Masson E. Évaluations prédictives de l'entorse de cheville. À propos de 58 cas. EM-Consulte n.d. <https://www.em-consulte.com/article/226963/evaluations-predictives-de-l-entorse-de-cheville-a> (accessed December 9, 2021).
- [17] Doherty C, Bleakley C, Hertel J, Caulfield B, Ryan J, Delahunt E. Recovery From a First-Time Lateral Ankle Sprain and the Predictors of Chronic Ankle Instability: A Prospective Cohort Analysis. *Am J Sports Med* 2016;44:995–1003. <https://doi.org/10.1177/0363546516628870>.
- [18] Lin C-I, Houtenbos S, Lu Y-H, Mayer F, Wippert P-M. The epidemiology of chronic ankle instability with perceived ankle instability- a systematic review. *J Foot Ankle Res* 2021;14:41. <https://doi.org/10.1186/s13047-021-00480-w>.
- [19] 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* 2016;50:1496–505. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096189>.
- [20] Attenborough AS, Hiller CE, Smith RM, Stuelcken M, Greene A, Sinclair PJ. Chronic ankle instability in sporting populations. *Sports Med Auckl NZ* 2014;44:1545–56.

<https://doi.org/10.1007/s40279-014-0218-2>.

- [21] van den Bekerom MPJ, Oostra RJ, Golanó P, Alvarez PG, van Dijk CN. The anatomy in relation to injury of the lateral collateral ligaments of the ankle: a current concepts review. *Clin Anat N Y N* 2008;21:619–26. <https://doi.org/10.1002/ca.20703>.
- [22] Konradsen L, Voigt M. Inversion injury biomechanics in functional ankle instability: a cadaver study of simulated gait. *Scand J Med Sci Sports* 2002;12:329–36. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0838.2002.00108.x>.
- [23] Miller AG, Myers SH, Parks BG, Guyton GP. Anterolateral Drawer Versus Anterior Drawer Test for Ankle Instability: A Biomechanical Model. *Foot Ankle Int* 2016;37:407–10. <https://doi.org/10.1177/1071100715620854>.
- [24] Hubbard TJ, Cordova M. Mechanical instability after an acute lateral ankle sprain. *Arch Phys Med Rehabil* 2009;90:1142–6. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2009.01.020>.
- [25] Croy T, Saliba S, Saliba E, Anderson MW, Hertel J. Talofibular interval changes after acute ankle sprain: a stress ultrasonography study of ankle laxity. *J Sport Rehabil* 2013;22:257–63. <https://doi.org/10.1123/jsr.22.4.257>.
- [26] Terada M, Pietrosimone BG, Gribble PA. Therapeutic interventions for increasing ankle dorsiflexion after ankle sprain: a systematic review. *J Athl Train* 2013;48:696–709. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-48.4.11>.
- [27] Wikstrom EA, Hubbard TJ. Talar positional fault in persons with chronic ankle instability. *Arch Phys Med Rehabil* 2010;91:1267–71. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2010.04.022>.
- [28] Hubbard TJ, Hertel J. Anterior positional fault of the fibula after sub-acute lateral ankle sprains. *Man Ther* 2008;13:63–7. <https://doi.org/10.1016/j.math.2006.09.008>.
- [29] Fraser JJ, Feger MA, Hertel J. Clinical commentary on midfoot and forefoot involvement in lateral ankle sprains and chronic ankle instability. Part 2 : Clinical considerations *Int J Sports Phys Ther* 2016;11:1191–203.
- [30] Vertullo C. Unresolved lateral ankle pain. It's not always "just a sprain." *Aust Fam Physician* 2002;31:247–53.
- [31] Hertel J. Functional Anatomy, Pathomechanics, and Pathophysiology of Lateral Ankle Instability. *J Athl Train* 2002;37:364–75.
- [32] Munn J, Sullivan SJ, Schneiders AG. Evidence of sensorimotor deficits in functional ankle instability: a systematic review with meta-analysis. *J Sci Med Sport* 2010;13:2–12. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2009.03.004>.
- [33] McKeon JMM, McKeon PO. Evaluation of joint position recognition measurement variables associated with chronic ankle instability: a meta-analysis. *J Athl Train* 2012;47:444–56. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-47.4.15>.
- [34] Powell MR, Powden CJ, Houston MN, Hoch MC. Plantar cutaneous sensitivity and balance in individuals with and without chronic ankle instability. *Clin J Sport Med Off J Can Acad Sport Med* 2014;24:490–6. <https://doi.org/10.1097/JSM.0000000000000074>.
- [35] Burcal CJ, Wikstrom EA. Plantar Cutaneous Sensitivity With and Without Cognitive Loading in People With Chronic Ankle Instability, Copers, and Uninjured Controls. *J Orthop Sports Phys Ther* 2016;46:270–6. <https://doi.org/10.2519/jospt.2016.6351>.
- [36] Palmieri-Smith RM, Hopkins JT, Brown TN. Peroneal activation deficits in persons with functional ankle instability. *Am J Sports Med* 2009;37:982–8. <https://doi.org/10.1177/0363546508330147>.
- [37] Donnelly L, Donovan L, Hart JM, Hertel J. Eversion Strength and Surface Electromyography Measures With and Without Chronic Ankle Instability Measured in 2 Positions. *Foot Ankle Int* 2017;38:769–78. <https://doi.org/10.1177/1071100717701231>.
- [38] Hertel J. Sensorimotor deficits with ankle sprains and chronic ankle instability. *Clin Sports Med* 2008;27:353–70, vii. <https://doi.org/10.1016/j.csm.2008.03.006>.
- [39] McVey ED, Palmieri RM, Docherty CL, Zinder SM, Ingersoll CD. Arthrogenic muscle inhibition in the leg muscles of subjects exhibiting functional ankle instability. *Foot Ankle Int* 2005;26:1055–61. <https://doi.org/10.1177/107110070502601210>.
- [40] Bowker S, Terada M, Thomas AC, Pietrosimone BG, Hiller CE, Gribble PA. Neural Excitability and Joint Laxity in Chronic Ankle Instability, Coper, and Control Groups. *J Athl Train* 2016;51:336–43. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-51.5.05>.

- [41] Posturologie n.d. <https://www.elsevier-masson.fr/posturologie-9782294014482.html> (accessed December 17, 2021).
- [42] Moisan G, Descarreaux M, Cantin V. Effects of chronic ankle instability on kinetics, kinematics and muscle activity during walking and running: A systematic review. *Gait Posture* 2017;52:381–99. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2016.11.037>.
- [43] Feger MA, Donovan L, Hart JM, Hertel J. Lower extremity muscle activation in patients with or without chronic ankle instability during walking. *J Athl Train* 2015;50:350–7. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-50.2.06>.
- [44] L'étiologie et la prévention de l'instabilité fonctionnelle du pied - PubMed n.d. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/5846767/> (accessed April 13, 2022).
- [45] McKeon PO, Hertel J. Systematic review of postural control and lateral ankle instability, part I: can deficits be detected with instrumented testing. *J Athl Train* 2008;43:293–304. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-43.3.293>.
- [46] McKeon PO, Hertel J. Systematic review of postural control and lateral ankle instability, part II: is balance training clinically effective? *J Athl Train* 2008;43:305–15. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-43.3.305>.
- [47] Song K, Burcal CJ, Hertel J, Wikstrom EA. Increased Visual Use in Chronic Ankle Instability: A Meta-analysis. *Med Sci Sports Exerc* 2016;48:2046–56. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000992>.
- [48] Gribble PA, Hertel J, Plisky P. Using the Star Excursion Balance Test to Assess Dynamic Postural-Control Deficits and Outcomes in Lower Extremity Injury: A Literature and Systematic Review. *J Athl Train* 2012;47:339–57.
- [49] Hertel J, Corbett RO. An Updated Model of Chronic Ankle Instability. *J Athl Train* 2019;54:572–88. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-344-18>.
- [50] Hiller CE, Refshauge KM, Bundy AC, Herbert RD, Kilbreath SL. The Cumberland ankle instability tool: a report of validity and reliability testing. *Arch Phys Med Rehabil* 2006;87:1235–41. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2006.05.022>.
- [51] Martin RL, Irrgang JJ, Burdett RG, Conti SF, Van Swearingen JM. Evidence of validity for the Foot and Ankle Ability Measure (FAAM). *Foot Ankle Int* 2005;26:968–83. <https://doi.org/10.1177/107110070502601113>.
- [52] Gribble PA, Hertel J, Plisky P. Using the Star Excursion Balance Test to Assess Dynamic Postural-Control Deficits and Outcomes in Lower Extremity Injury: A Literature and Systematic Review. *J Athl Train* 2012;47:339–57.
- [53] Deleu P-A, Deschamps K, Devos Bevernage B, Forestier N, Gombault V, Leemrijse T, et al. Chapitre 6 - Traitement médical des instabilités chroniques. In: Tourné Y, Mabit C, editors. *Cheville Instable*, Paris: Elsevier Masson; 2015, p. 157–86. <https://doi.org/10.1016/B978-2-294-71456-6.00006-X>.
- [54] Freeman MA, Dean MR, Hanham IW. The etiology and prevention of functional instability of the foot. *J Bone Joint Surg Br* 1965;47:678–85.
- [55] Gedda M. Traduction française des lignes directrices PRISMA pour l'écriture et la lecture des revues systématiques et des méta-analyses. *Kinésithérapie Rev* 2015;15:39–44. <https://doi.org/10.1016/j.kine.2014.11.004>.
- [56] de Morton NA. The PEDro scale is a valid measure of the methodological quality of clinical trials: a demographic study. *Aust J Physiother* 2009;55:129–33. [https://doi.org/10.1016/s0004-9514\(09\)70043-1](https://doi.org/10.1016/s0004-9514(09)70043-1).
- [57] Maher CG, Sherrington C, Herbert RD, Moseley AM, Elkins M. Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. *Phys Ther* 2003;83:713–21.
- [58] [etat_des_lieux_niveau_preuve_gradation.pdf](#) n.d.
- [59] Pallot A, Rostagno S. AMSTAR-2 : traduction française de l'échelle de qualité méthodologique pour les revues de littérature systématiques. *Kinésithérapie Rev* 2021;21:13–4. <https://doi.org/10.1016/j.kine.2019.12.050>.
- [60] Cain MS, Ban RJ, Chen Y-P, Geil MD, Goerger BM, Linens SW. Four-Week Ankle-Rehabilitation Programs in Adolescent Athletes With Chronic Ankle Instability. *J Athl Train* 2020;55:801–10. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-41-19>.
- [61] Anguish B, Sandrey MA. Two 4-Week Balance-Training Programs for Chronic Ankle

Instability. *J Athl Train* 2018;53:662–71. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-555-16>.

[62] Cruz-Diaz D, Lomas-Vega R, Osuna-Pérez MC, Contreras FH, Martínez-Amat A. Effects of 6 Weeks of Balance Training on Chronic Ankle Instability in Athletes: A Randomized Controlled Trial. *Int J Sports Med* 2015;36:754–60. <https://doi.org/10.1055/s-0034-1398645>.

[63] Sierra-Guzmán R, Jiménez-Díaz F, Ramírez C, Esteban P, Abián-Vicén J. Whole-Body-Vibration Training and Balance in Recreational Athletes With Chronic Ankle Instability. *J Athl Train* 2018;53:355–63. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-547-16>.

[64] Chang W-D, Chen S, Tsou Y-A. Effects of Whole-Body Vibration and Balance Training on Female Athletes with Chronic Ankle Instability. *J Clin Med* 2021;10:2380. <https://doi.org/10.3390/jcm10112380>.

[65] Échelle PEDro. PEDro n.d. <https://staging-pedro.neura.edu.au/french/resources/pedro-scale/> (accessed April 12, 2022).

Annexe

Annexe 1 : Version française du Cumberland Ankle Instability Tool

Appendix 2: French version of the Cumberland Ankle Instability Tool

Pour CHAQUE question, merci de cocher LA phrase qui décrit le MIEUX vos chevilles.

	Gauche	Droite	Score
1. J'ai des douleurs à la cheville			
Jamais	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5
Quand je fais du sport	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4
Quand je cours sur des surfaces irrégulières	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3
Quand je cours sur des surfaces planes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2
Quand je marche sur des surfaces irrégulières	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1
Quand je marche sur des surface planes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0
2. Ma cheville me semble INSTABLE quand			
Jamais	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4
Parfois quand je fais du sport (pas à chaque fois)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3
A chaque fois que je fais du sport	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2
Parfois lors d'activités quotidiennes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1
Fréquemment lors d'activités quotidiennes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0
3. Quand je pivote BRUSQUEMENT, j'ai l'impression que ma cheville est INSTABLE			
Jamais	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3
Parfois quand je cours	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2
Souvent quand je cours	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1
Quand je marche	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0
4. Quand je descends les escaliers, j'ai l'impression que ma cheville est INSTABLE			
Jamais	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3
Si je vais vite	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2
Occasionnellement	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1
Toujours	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0
5. Quand je me tiens sur UNE jambe, j'ai l'impression que ma cheville est INSTABLE			
Jamais	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2
Quand je suis sur la pointe du pied	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1
Quand j'ai le pied à plat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0
6. J'ai l'impression que ma cheville est INSTABLE quand			
Jamais	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3
Je sautille d'un côté à l'autre	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2
Je sautille sur place	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1
Je saute	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0
7. J'ai l'impression que ma cheville est INSTABLE quand			
Jamais	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4
Je cours sur des surfaces irrégulières	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3
Je trotte sur des surfaces irrégulières	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2
Je marche sur des surfaces irrégulières	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1
Je marche sur des surfaces planes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0
8. HABITUELLEMENT, quand ma cheville commence à se tordre, je peux l'arrêter			
Immédiatement	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3
Souvent	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2
Parfois	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1
Jamais	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0
Je ne me suis jamais tordu la cheville	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3
9. Après un incident HABITUEL de torsion de cheville, ma cheville revient à la « normale »			
Presque immédiatement	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3
En moins d'une journée	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2
En un à deux jours	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1
En plus de deux jours	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0
Je ne me suis jamais tordu la cheville	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3

Annexe 2: Version française du Foot and Ankle Ability Measurement

French version of the Foot Ankle Ability Measurement (F-FAAM)

Évaluation des capacités fonctionnelles du pied et de la cheville (AVQ)

Patient :

Nom et prénom : Age : Date du bilan :

Merci de répondre à chaque question en donnant la réponse qui décrit le mieux votre état au cours de la semaine passée (une seule réponse par question).

Si l'activité en question est limitée par autre chose que votre pied ou votre cheville, notez non applicable (N/A).

	Pas de difficulté 4	Difficulté légère 3	Difficulté modérée 2	Difficulté sévère 1	Incapable de le faire 0	N/A /
Se tenir debout	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Marcher sur un terrain régulier	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Marcher pied nu sur un terrain régulier	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Monter une pente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Descendre une pente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Monter les escaliers	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Descendre les escaliers	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Marcher sur un terrain irrégulier.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Monter et descendre d'un trottoir	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
S'accroupir	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Se mettre sur la pointe des pieds.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Faire les premiers pas (le matin au réveil / après une position assise prolongée)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

En raison de votre pied et de votre cheville, quel est le niveau de difficulté pour :

	Pas de difficulté 4	Difficulté légère 3	Difficulté modérée 2	Difficulté sévère 1	Incapable de le faire 0	N/A /
Marcher 5 minutes ou moins	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Marcher environ 10 minutes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Marcher 15 minutes ou plus.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Les tâches ménagères	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Les activités de la vie quotidienne	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Les soins personnels	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Un travail léger à modéré (se tenir debout, marcher).....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Un travail lourd (pousser/ tirer, grimper, porter)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Les activités de loisirs	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

A combien estimez-vous votre niveau actuel de fonctionnement dans les activités habituelles de votre vie quotidienne de 0 à 100, 100 étant votre niveau de fonctionnement avant votre problème de pied ou de cheville, 0 étant l'incapacité à faire la moindre de vos activités quotidiennes habituelles ? %

/84

Score calculé : %

Evaluation des capacités fonctionnelles du pied et de la cheville (SPORT)

En raison de votre pied et de votre cheville, quel est le niveau de difficulté pour :

Si l'activité en question est limitée par autre chose que votre pied ou votre cheville, notez non applicable (N/A).

	Pas de difficulté 4	Difficulté légère 3	Difficulté modérée 2	Difficulté sévère 1	Incapable de le faire 0	N/A /
Courir	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Sauter	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Se réceptionner d'un saut	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Démarrer et s'arrêter rapidement	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Faire des pas chassés / des déplacements latéraux	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Activités sportives à faible impact (peu de chocs)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Capacité à exécuter votre activité sportive avec votre technique habituelle	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Capacité à exécuter votre sport aussi longtemps que vous le souhaitez	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				

A combien estimez-vous votre niveau actuel de fonctionnement dans les activités habituelles de votre vie quotidienne de 0 à 100, 100 étant votre niveau de fonctionnement avant votre problème de pied ou de cheville, 0 étant l'incapacité à faire la moindre de vos activités quotidiennes habituelles ? %

/32

ICC : AVQ <80% / SPORT <90% (Gribble et al. 2013)

Score calculé : %

Annexe 3 : Le Star Excursion Balance Test



Annexe 4 : Recommandation pour la réalisation de Star Excursion Balance Test

Recommandation	Rationale
Shoes off 4 Practice trials ²⁷ Video instruction	Individuals attend testing in a variety of footwear so it is difficult to standardize Learning effect Likely to increase efficiency of testing protocol and standardizes instruction. This might be most important when multiple assessors are performing mass screenings.
Control testing order ^a Keep starting position of the stance foot in a uniform and reproducible position to which the reach foot can be referenced. Different methods are used for aligning the stance foot. A recent method is to have the stance foot aligned at the most distal aspect of the toes for forward directions (anterior, anteromedial, and anterolateral) and the most posterior aspect of the heel for the backward directions (posterior, posteromedial, and posterolateral).	Improves consistency in administration of test In the original test, the foot is centered in the grid. In recent usage, the toes or heel are aligned at the end of one of the grid lines. This might help to minimize differences in foot length, potentially influencing reach distances. The most important thing is that the same foot position is used for all assessments when comparing sides, before and after intervention, or when testing multiple patients.
Minimal stance foot movement is allowed ^a Trunk movement allowed under control ^a Reach distances (centimeters with 1 decimal place) normalized to limb length of the stance limb ²⁴ Hands placed on hips during trial ^b	Reduce error from determining if heel/forefoot is lifted slightly from the surface Difficult to standardize amount of movement allowed Normalization standardizes measurement to each individual. Helps to standardize movements outside the trunk and lower limbs

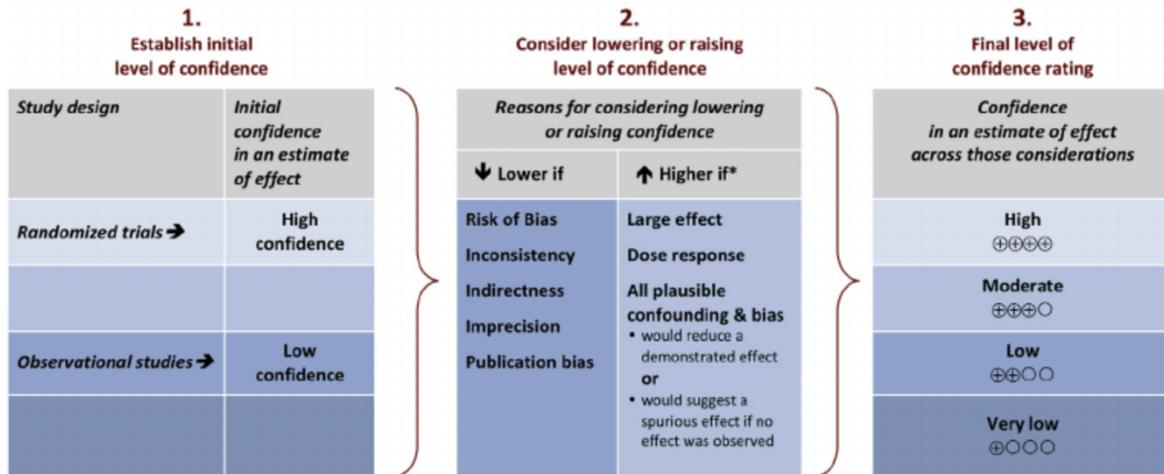
^a References 1–5, 7–9, 11–15, 17–19, 23–27, 29, 31, 33–37, 42, 45–47, and 51–53.

^b References 1–3, 5, 7–9, 12–14, 23, 24, 27, 31, 33–37, 42, 46, 51, and 53.

Annexe 5 : Version française de l'échelle PEDro

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

Annexe 6 : Système GRADE



*upgrading criteria are usually applicable to observational studies only.

Annexe 7 : Traduction française de la grille d'évaluation AMSTAR

KINE 1157 x-y

ARTICLE IN PRESS

Dossier

A. Pallot et S. Rostagno

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



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

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

Tableau I. Traduction française de AMSTAR-2.

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

Déclaration de liens d'intérêts

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

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

RÉFÉRENCES

Résumé

Introduction : Soixante-dix pour cent des individus qui subissent une entorse latérale de la cheville peuvent développer une instabilité de cheville chronique après la blessure initiale. Elle est caractérisée par des déficits fonctionnels, soit des déficits sensori-moteurs, y compris les troubles de l'équilibre et par des déficits mécaniques telle que la laxité pathologique. **Objectif :** Il s'agit d'évaluer l'efficacité de la rééducation neuromusculaire et de constater s'il existe des programmes et/ou exercices spécifiquement plus intéressants afin de réduire les déficits dynamiques posturaux. **Méthode :** Les bases de données *PubMed, Cochrane Library, PEDro et Kinédoc* ont été investiguées et 5 essais contrôlés randomisés ont été retenus. **Résultats :** Le critère de jugement principal de cette revue est un critère objectif fonctionnel d'évaluation de l'équilibre postural dynamique (SEBT). Les critères secondaires de cette revue de littérature sont des critères subjectifs d'évaluation de l'instabilité perçue (CAIT) (FAAM). **Conclusion :** Il existe une amélioration des résultats testés en fin de rééducation plus importante chez les groupes expérimentaux que chez les groupes contrôles. Cette amélioration est constatée d'une part dans la qualité du contrôle postural dynamique et d'autre part dans la diminution de l'instabilité perçue, pour tous les groupes expérimentaux et dans tous les axes du SEBT. Bien que parfois ces améliorations ne soient pas significatives ou associées à l'effet du temps, la rééducation neuromusculaire semble tout de même être un outil bénéfique et intéressant en kinésithérapie dans ce type de prise en charge. Enfin, aucun protocole ou type d'exercice n'apparaît comme significativement plus efficace. Le point commun de tous les exercices est qu'ils mettent en jeu des composantes de déséquilibres avec une progression dans l'intensité de ces derniers au cours du temps. **Mots-clés :** Instabilité chronique de cheville ; sportifs ; contrôle postural dynamique ; rééducation neuromusculaire.

Abstract

Introduction: Seventy percent of individuals who experience a lateral ankle sprain may develop ankle instability after the initial injury. It is characterised by functional deficits, sensory-motor deficits, including balance disorders and mechanical deficits such as pathological laxity. **Aims:** The aim of this literature review is to attempt to optimise the rehabilitation of chronic ankle instability in athletes. The aim is to evaluate the effectiveness of neuromuscular rehabilitation and to see if there are specific programmes and/or exercises that are more interesting for reducing dynamic postural deficits. **Method:** The PubMed, Cochrane Library, PEDro and Kinedoc databases were used, and five randomised controlled trials were selected. **Results:** The primary outcome of this review is an objective functional criterion of dynamic postural balance (SEBT). The secondary outcomes of this review are subjective criteria for the assessment of perceived instability (CAIT) (FAAM). **Conclusion:** There was a greater improvement in the results tested at the end of rehabilitation in the experimental groups than in the control groups. This improvement is seen in the quality of dynamic postural control on the one hand and in the reduction of perceived instability on the other, for all experimental groups and in all axes of the SEBT. Although sometimes these improvements are not significant or associated with the effect of time, neuromuscular rehabilitation still seems to be a beneficial and interesting tool in physiotherapy in this type of management. Finally, no protocol or type of exercise appears to be significantly more efficient, the common point of all exercises is that they involve imbalance components with a progression in their intensity over time. **Key-words:** Chronic ankle instability; athletes; dynamic postural control; neuromuscular rehabilitation.