



HAL
open science

Intégrer la reprogrammation neuromusculaire à l'échauffement en prévention des entorses de cheville chez les basketteurs

Julia Sadoun

► To cite this version:

Julia Sadoun. Intégrer la reprogrammation neuromusculaire à l'échauffement en prévention des entorses de cheville chez les basketteurs. Sciences du Vivant [q-bio]. 2024. dumas-04780553

HAL Id: dumas-04780553

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04780553v1>

Submitted on 13 Nov 2024

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

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

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

**INTÉGRER LA REPROGRAMMATION
NEUROMUSCULAIRE À L'ÉCHAUFFEMENT EN
PRÉVENTION DES ENTORSES DE CHEVILLE
CHEZ LES BASKETTEURS**

SADOUN Julia

Directeur de mémoire : Mr. BLACHÈRE Adrien

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier Mr. Adrien Blachère, mon maître de mémoire et de stage pour tout ce qu'il a pu m'apporter en cette année difficile émotionnellement. Merci pour ton aide précieuse, tes conseils avisés, ton implication pour ce mémoire de fin d'étude. Merci à toi, Félix et CP2S pour m'avoir fait évoluer dans ma pratique professionnelle, et pour tout ce que vous m'avez appris, je vous remercie pour ce clinicat joyeux, agréable, extrêmement formateur et convivial et j'espère avoir la chance de pouvoir travailler à nouveau avec vous !

Je remercie mes parents, qui m'ont toujours soutenu dans mon parcours de vie et d'étude, merci d'avoir rendu tout cela possible et de m'avoir toujours épaulé. Merci de m'avoir tout donné, grâce à vous je n'ai jamais manqué de rien et j'espère continuer à l'avenir à vous rendre fière. Je souhaite pouvoir faire de même pour mes enfants et leur fournir une éducation aussi belle que la vôtre.

Je remercie mes sœurs d'avoir toujours pris soin de moi dans les bons comme dans les mauvais moments, merci pour ces week-ends remplis de rires, de commérages et pour m'avoir toujours prêté vos affaires (sans jamais vraiment être au courant). Merci Manoune pour tes petit-mots doux du matin et tes prescriptions, très pratique. Merci Lulu d'avoir toujours pris le temps de corriger ma syntaxe, mon orthographe et pour Maïa mon petit soleil !

Je remercie ma tata, pour sa présence dans ma vie, ses petits messages qui donnent le sourire et ses cadeaux.

Je remercie mes amies d'enfance, T188, pour avoir toujours été là, présentes et compréhensives. Merci, de m'avoir fait sans doute vivre les plus beaux moments de ma vie, qui resteront gravés dans mon cœur. Merci d'être tout simplement vous !

Je remercie Morgane, ma cousine de cœur, toujours présente pour moi, je te souhaite tout le bonheur du monde en Martinique et te rejoins sans tarder !

Je remercie mon trio, Océane et Julia sans qui mes années de kiné n'auraient jamais été aussi belles, intenses et vivantes. Merci de m'avoir toujours écouté, d'avoir toujours été présentes. Merci pour ces week-ends chargés en rires et en émotion, pour ces soirées de fête ou de révisions intenses, pour tous ces beaux moments de vie que je ne pourrai jamais oublier. Mes souvenirs de ces quatre années c'est essentiellement vous !

Je remercie mes amis de l'école, du lycée et mon groupe de corpo pour ces belles années passées à vos côtés !

Table des matières :

1	Introduction	1
1.1	Le Basketball	2
1.1.1	Généralités	2
1.1.2	Risques liés à la pratique	2
1.1.3	Facteurs de risque	4
1.2	Épidémiologie des entorses de cheville	6
1.3	Rappels anatomiques	7
1.3.1	Les pièces osseuses et surfaces articulaires	7
1.3.2	Les moyens d'unions	8
1.3.3	Les muscles et tendons	9
1.3.4	La biomécanique	11
1.4	Entorse latérale de cheville	12
1.4.1	Définition	12
1.4.2	Étiologie et mécanisme lésionnel	12
1.4.3	Symptomatologie	13
1.4.4	Diagnostic	14
1.4.5	Traitement	18
1.4.6	Return to sport (RTS)	20
1.4.7	Protocoles de prévention des entorses latérales de cheville	20
1.5	La reprogrammation neuromusculaire	22
1.5.1	La notion de proprioception	22
1.5.2	Et la reprogrammation neuromusculaire de la cheville dans tout ça ?	23
1.6	Objectifs et intérêts de la revue de littérature	25
2	Méthode	26
2.1	Critères d'éligibilité des études pour cette revue	26
2.1.1	Schéma d'étude	26
2.1.2	Population	26
2.1.3	Intervention	26
2.1.4	Comparateur	26
2.1.5	Critère de jugement	27
2.2	Méthodologie de recherche d'étude	27
2.2.1	Sources documentaires investiguées	27
2.2.2	Équation de recherche	27
2.3	Méthodologie d'extraction et d'analyse des données	28
2.3.1	Sélection des études	28
2.3.2	Méthode d'analyse des études	29
2.3.3	Extraction des données et méthode de synthèse des résultats	29
3	Résultats	31
3.1	Description des études	31
3.1.1	Diagramme de flux	31
3.1.2	Études exclues	32
3.1.3	Études incluses	33
3.1.3.1	<i>Stojanović, 2022</i>	33

3.1.3.2	<i>Bonato, 2018</i>	34
3.1.3.3	<i>LaBella, 2011</i>	35
3.1.3.4	<i>Eils, 2010</i>	36
3.2	Risque de biais des études incluses	40
3.2.1	Échelle PEDro.....	40
3.2.2	Synthèse des biais rencontrés	40
3.3	Effet de l'intervention sur l'incidence des entorses de cheville.	42
4	Discussion	44
4.1	Analyse des principaux résultats	44
4.1.1	Stojanović et al. 2022	45
4.1.2	Bonato et al. 2018	46
4.1.3	LaBella et al. 2011	47
4.1.4	Eils et al. 2010.....	49
4.2	Applicabilité des résultats en pratique clinique	51
4.3	Qualité des preuves	54
4.4	Biais potentiels de la revue	57
4.5	Reconnaisances conflictuelles et financières	60
5	Conclusion	60
5.1	Implication pour la pratique clinique.....	60
5.2	Implication pour la recherche.....	61
6	Bibliographie	63
7	Annexes	69

Sommaire des figures :

Fig. 1 : Stephen Curry se tord la cheville durant un match.....	1
Fig. 2 : taux de blessure de cheville pour 1000 AEs (hommes et femmes) [5].....	3
Fig. 3 : taux de blessure de cheville pour 1000 AEs (H/F) selon les périodes de jeu [5].....	4
Fig. 4 : taux de blessure de cheville pour 1000 AEs (H/F) selon le poste de jeu [5]	5
Fig. 5 : localisation des blessures (en %) [10].....	6
Fig. 6 : type de blessure (en %) [10]	6
Fig. 7 : l'articulation talo-crurale (cheville).....	7
Fig. 8 : la pince tibio-fibulaire en flexion plantaire/flexion dorsale [24].....	8
Fig. 9 : les 3 faisceaux du ligament collatéral fibulaire [24].....	9
Fig. 10 : complexe ligamentaire postérieur de la cheville [24]	9
Fig. 11 : les tendons du long et court fibulaire [26].....	10
Fig. 12 : les mouvements d'inversion et d'éversion du pied	11
Fig. 13 : mécanisme de blessure de la cheville en inversion.....	12
Fig. 14 : les trois grades de l'entorse.....	13
Fig. 15 : système de classification en 4 catégories [35].....	13
Fig. 16 : test du tiroir antérieur (a) [40]	15
Fig. 17 : reproduction du mouvement d'inversion (b) [40].....	15
Fig. 18 : les huit directions du SEBT [41]	16
Fig. 19 : le WBLT [48]	17
Fig. 20 : schéma du WBLT	17
Fig. 21 : EMG des muscles fibulaires [60].....	18
Fig. 22 : évolution des résultats au SEBT [66].....	21
Fig. 23 : temporalité des événements survenant à la suite d'une déstabilisation en inversion de cheville [17].....	23
Fig. 24 : pro-activation des fibulaires lors de la marche (condition normale/déstabilisée) trait rouge : pose du talon au sol / trait noir : activation musculaire [17].....	24
Fig. 25 : exemples d'exercices de RNM issus du programme SHRed Injuries Basketball [72].....	24
Fig. 26 : diagramme de flux	31
Fig. 27 : plateforme de pression et plateforme avec électrogoniomètre [80].....	37
Fig. 28 : extrait du programme proprioceptif d'Elis et al. [80]	37
Fig. 29 : forest plot général.....	43
Fig. 30 : résultats des tests au CMJ et YBT dans l'étude de Bonato et al. [78]	46
Fig. 31 : séquence en quatre étapes de la prévention des blessures [85]	52
Fig. 32 : modélisation de l'EBP par Pallot et al. [87]	53
Fig. 33 : intervalles de confiance à 95% extraits du forest plot général (Fig. 29).....	56

Sommaire des tableaux :

<i>Tableau I : les critères d'Ottawa [38]</i>	<i>14</i>
<i>Tableau II : le continuum RTS (Return To Sport) [65]</i>	<i>20</i>
<i>Tableau III : modèle PICO</i>	<i>27</i>
<i>Tableau IV : résumé des recherches sur les différentes bases de données investiguées</i>	<i>28</i>
<i>Tableau V : résumé des critères d'inclusion et d'exclusion des études</i>	<i>28</i>
<i>Tableau VI : résumé des études exclues durant la dernière étape de sélection.....</i>	<i>32</i>
<i>Tableau VII : résumé des caractéristiques des quatre études incluses dans cette revue de littérature .</i>	<i>36</i>
<i>Tableau VIII : évaluation des biais méthodologiques par l'échelle PEDro</i>	<i>40</i>
<i>Tableau IX : récapitulatif des résultats et données statistiques pour chaque étude</i>	<i>42</i>
<i>Tableau X : récapitulatif des biais des études incluses</i>	<i>50</i>
<i>Tableau XI : classification du niveau de preuve d'une étude par l'HAS</i>	<i>54</i>
<i>Tableau XII : grade des recommandations de l'HAS.....</i>	<i>55</i>
<i>Tableau XIII : critères de la grille AMSTAR-2 pour cette revue de littérature.....</i>	<i>59</i>
<i>Tableau XIV : tableau récapitulatif des financements et conflits d'intérêts des études incluses.....</i>	<i>60</i>

Table des sigles et abréviations :

AEs : Athlete-Exposures

AINS : Anti-Inflammatoire Non Stéroïdiens

AMSTAR : A MeaSurement Tool to Assess systematic Reviews

CMJ : CounterMovement Jump

DEM : Délai ElectroMécanique

EBP : Evidence Based Practice

ECR : Essai Contrôlé Randomisé

ÉFMI : Evaluation Fonctionnelle des Membres Inférieurs

EMG : ElectroMyoGramme

FAAM : Foot and Ankle Ability Measure

FIBA : Fédération Internationale de Basket-ball

FLT : Foot Lift Test

GC : Groupe Contrôle

GI : Groupe Intervention

GRADE : the Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation

HAS : Haute Autorité de Santé

ICE : Ice - Compression - Elevation

JPS : Joint Position Sense

LCF : Ligament Collatéral Fibulaire / Calcanéo-Fibulaire

LCT : Ligament Collatéral Tibial

LEH : Long Extenseur de l'Hallux

LEO : Long Extenseur des Orteils

LFH : Long Fléchisseur de l'Hallux

LFO : Long Fléchisseur des Orteils

LTFA : Ligament Talo-Fibulaire Antérieur

LTFP : Ligament Talo-Fibulaire Postérieur

NBA : National Basketball Association

NCAA : National Collegiate Athletic Association

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

PEACE & LOVE : Protection - Elévation - pas d'AINS - Compression - Education - Load - Optimisme - Vascularisation - Exercices

PEDro : Physiotherapy Evidence Database

PICO: Population - Intervention - Comparateur - Outcome

POLICE : Protection - Optimal Loading - Ice - Compression - Elevation

PRISMA : Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses

RBP : Recommendations de Bonne Pratique

RICE : Rest - Ice - Compression - Elevation

RNM : Reprogrammation Neuromusculaire

ROM : Range Of Motion

RR : Risque Relatif

RTP : Return To Play

RTS : Return To Sport

SEBT : Star Excursion Balance Test

SEBTm : Star Excursion Balance Test modifié

SHRed : Surveillance in High school and community sport to Reduce

SLS : Single Leg Stance

StARRt : the Strategic Assessment of Risk and Risk Tolerance

TRP : Temps de Réaction Péronnéen

WBLT : Weight-Bearing Lunge Test

YBT : Y-Balance Test

1 Introduction

« Curry tombe au sol, il semble blessé, on dirait que c'est sa cheville gauche... »

Une nouvelle fois, le meneur des Golden State Warriors, considéré comme le meilleur tireur de l'histoire de la NBA¹, voit sa cheville se « tordre vers l'intérieur » sur une réception.

Huit, c'est le nombre de fois où les fans de celui qui a permis aux Warriors, d'être sacrés champions de NBA il y a tout juste deux ans, ont frissonnés en observant ses atterrissages sur le parquet.



Fig. 1 : Stephen Curry se tord la cheville durant un match

Depuis toujours, le basketball est un jeu très populaire pratiqué dans le monde entier par des personnes de tout âge et de tout sexe. [1]

Néanmoins, ce sport de contact est caractérisé par des mouvements explosifs et de haute intensité. [2] Sauts répétitifs, changements brusques de direction, impacts, course, décélération et bien d'autres efforts physiques, imposent une charge mécanique élevée sur le système musculosquelettique et donc accroissent le risque de blessure. [1,2]

De nombreuses techniques existent à ce jour, afin de limiter les entorses et préserver au maximum les carrières de basketteurs professionnels, connus dans le monde entier pour leurs exploits.

Des orthèses plantaires, opérations chirurgicales, techniques de rééducation spécifiques et bien d'autres. Mais qu'en est-il de la reprogrammation neuromusculaire ?

Cette question mérite ainsi d'être soulevée : « Un travail proprioceptif quotidien peut-il vraiment faire une différence et permettre aux basketteurs, comme Stephen Curry, d'éviter les entorses de cheville ? ».

¹ National Basketball Association

1.1 Le Basketball

« Je peux accepter l'échec, tout le monde peut échouer, mais je n'accepterai jamais de ne pas avoir essayé. » Michael Jordan

1.1.1 Généralités

Le basketball est un sport d'équipe se disputant avec 5 joueurs. Créé aux États-Unis il y a plus d'un siècle (1891), par le Dr. James Naismith, ce sport a vite connu un essor dans le monde entier. [3]

Avec 215 pays affiliés à la FIBA (Fédération Internationale de Basket-ball), il est désormais l'un des plus populaires dans le monde.²

Le basket-ball peut conduire à des bénéfices importants, que ce soit pour la fonction cardio respiratoire, le maintien de la fonction corporelle, l'estime de soi, le bien être... [1]

Néanmoins, les exigences en matière de performances physiques font de ce sport un jeu rapide et intense, présentant un risque élevé de blessures. [4]

En effet, des données sur le basketball rapportent un nombre de blessures de 7 à 10 pour 1000 expositions d'athlètes. [1]

Il s'agit d'un sport, où des études indiquent un changement de mouvement toutes les 2,0 à 2,82 secondes, ainsi qu'un nombre de sauts par match allant de 35 à 46. [5]

1.1.2 Risques liés à la pratique

Comme dans beaucoup de sport, il subsiste un risque de blessure. Néanmoins, les basketteurs sont particulièrement exposés. [6]

Plus de 10% du temps de jeu en NBA, est consacré à une activité de haute intensité et par rapport à des sports comme le football, la crosse ou encore le volleyball : le basketball présente la fréquence la plus élevée de mouvements latéraux et de sauts. [7]

En effet, les basketteurs professionnels comme par exemple les joueurs de la NBA, soumettent leurs corps et surtout leurs membres inférieurs à des contraintes mécaniques intenses et des charges répétitives importantes. [8]

Une évaluation de 152 basketteurs de la NCAA (National Collegiate Athletic Association), réalisée de 2009 à 2015, a révélé un taux de blessure de 7,97 chez les hommes et 6,54 chez les femmes pour 1000 expositions d'athlètes (AEs), défini comme toute participation d'un athlète à un entraînement ou un match de la NCAA et ceci quel qu'en soit la durée. [9]

De plus, une revue publiée en 2018, utilisant onze articles, a pu observer un total de 12 960 blessures en basketball, avec 63,7% de ces blessures situées au niveau des membres inférieurs. [3]

² Source : <https://wabc.fiba.com/fr/introduction/introduction/1-2-quick-history-of-basketball/>

Beaucoup d'études attestent aujourd'hui que le membre inférieur demeure la région du corps la plus susceptible d'être touchée au basketball. [2,3,10]

Mais par-dessus tout, les blessures de cheville sont celles les plus communément retrouvées dans la pratique du basketball. C'est ainsi qu'en comparaison avec d'autres sportifs professionnels, ce sont aussi les plus fréquentes chez les joueurs de NBA.

On peut largement l'imputer aux mouvements explosifs de ce jeu, associés aux nombreux changements brusques de direction. [11]

En effet, les données épidémiologiques collectées de 1979 à 1987, dans l'étude de Fong et al. [12], ont montré que le pourcentage de blessure à la cheville était de 79% en basketball contre :

- 74% en softball ;
- 76% en sports de raquette ;
- 77% en haltérophilie et en danse.

De plus, dans le graphique (*Annexe 1*), démontrant le pourcentage pondéral de l'entorse de cheville dans 43 sports différents, on retrouve le basketball en dixième position avec un pourcentage de 91%, qui donc est relativement conséquent.

Enfin, le programme de surveillance des blessures de la NCAA, a été utilisé afin d'obtenir les données épidémiologiques des blessures de cheville sur une période de 10 ans, chez les joueurs de basket-ball universitaires masculins et féminins. [5]

Une blessure était considérée comme une « blessure à déclarer » si :

- Elle s'est produite lors d'un entraînement ou d'une compétition organisée ;
- Elle a été examinée par un entraîneur sportif (AT) ou un médecin ;
- Elle a entraîné une restriction de participation de l'athlète aux activités de basketball.

Les résultats ont recensé un total de 1 298 et 950 blessures, hommes et femmes respectivement, sur la période, ainsi qu'un taux de blessure de 1,49 et 1,21 pour 1 000 expositions d'athlètes.

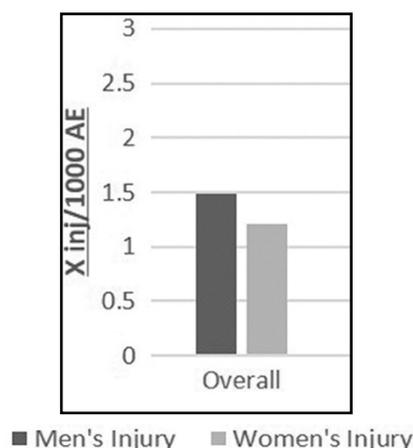


Fig. 2 : taux de blessure de cheville pour 1000 AEs (hommes et femmes) [5]

En somme, le basketball est donc un sport à risque de blessures, on peut alors se questionner sur quels facteurs pourraient potentiellement augmenter le risque de blessure.

1.1.3 Facteurs de risque

De nombreux facteurs peuvent entrer en compte vis-à-vis des risques de blessures de cheville notamment des entorses de cheville.

Il existe des facteurs intrinsèques et extrinsèques :

- Les facteurs intrinsèques sont propres à l'individu, on retrouve le sexe, mais aussi des facteurs anatomiques comme le type de pied, l'alignement articulaire et la laxité de la cheville. [13]

À cela s'ajoute :

- Les amplitudes de mouvement, en effet, une amplitude de flexion dorsale réduite présente un risque accru d'entorse de cheville. [14,15]
- La force : une faiblesse des éverseurs par exemple [15], ainsi qu'une faiblesse des abducteurs de hanche [16], sont toutes deux prédictives d'entorses latérales de la cheville.
- Le temps de réaction musculaire, comme le Temps de Réaction Péronéen (TRP)³, son altération prédispose à l'entorse de cheville. [17]
- L'activité neuromusculaire dynamique qui est essentielle, en effet, l'étude de Suda et al. [18] qui a pour but de comparer les schémas d'activation des muscles de la cheville (EMG) chez des volleyeurs, a démontré des schémas altérés chez les chevilles instables. Sachant que les muscles sont primordiaux pour la stabilisation du complexe pied-cheville, une mauvaise activation est un facteur de risque de survenue d'entorse.
- L'équilibre, un déficit proprioceptif [19] ainsi qu'un déficit du contrôle postural [20], font partie intégrante des facteurs de risque.

- Concernant les facteurs extrinsèques, les différents moments de la saison, les différents mouvements sportifs, ainsi que les différents postes occupés par les joueurs, représentent tous des facteurs importants dans le risque de blessure. [5]

Effectivement, l'étude de Tummala et al. [5] apporte des précisions intéressantes à ce sujet.

Tout d'abord, sur cette figure, on peut remarquer qu'en globalité les hommes sont plus blessés que les femmes : ainsi le sexe a un impact considérable.

De plus, on remarque que selon la période, les blessures sont plus ou moins fréquentes, en effet, c'est pendant les matchs que le taux de blessures est le plus élevé.

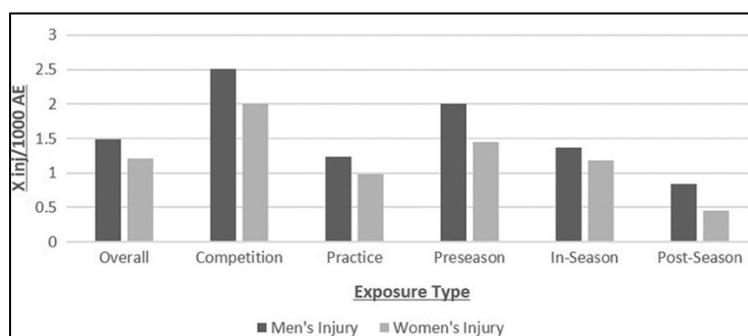


Fig. 3 : taux de blessure de cheville pour 1000 AEs (H/F) selon les périodes de jeu [5]

³ Le TRP est le temps de latence entre une inversion brusque de la cheville et l'activation visible à l'EMG (électromyogramme) des fibulaires. [17]

Par la suite, on peut aussi remarquer, grâce à cette figure, quel mouvement du jeu est le plus susceptible de provoquer une blessure.

En effet, c'est lors du rebond (capter la balle après un tir manqué et avant qu'elle ne touche le sol) qu'on note un plus grand taux de blessure (34.36%), suivi par le jeu global.

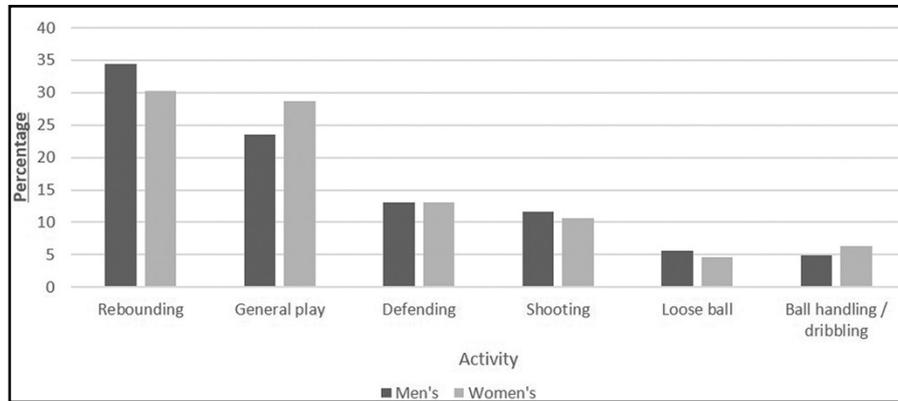


Fig. 4 : taux de blessure de cheville pour 1000 AEs (H/F) selon le poste de jeu [5]

Enfin, le niveau de jeu entrera aussi en compte, en effet il n'y aura pas le même risque de blessure pour un joueur amateur, intermédiaire et d'élite. [2]

Cela peut être attribué au temps d'exposition qui sera forcément moins important dans les ligues amateurs, que celles professionnelles.

Aujourd'hui, la littérature associe le basketball à un sport de contact, caractérisé par des chocs physiques entre les joueurs.

L'étude de Tummala et al. [5] mentionne que le mécanisme de blessure le plus commun est d'ailleurs le contact entre joueurs (57,55% des blessures de cheville).

On retrouve la même conclusion dans d'autres études. [1,9]

Enfin, il est important de préciser qu'un antécédent d'entorse de cheville majore le risque et constitue un facteur prédictif de blessure. [13]

1.2 Épidémiologie des entorses de cheville

L'entorse de cheville est une blessure très fréquente.⁴

En effet, l'HAS (Haute Autorité de Santé) mentionne que 70% de la population souffrira d'une entorse latérale de cheville dans sa vie. Cela représente 6 500 consultations par jour aux urgences et donc la pathologie traumatique la plus fréquente. C'est un réel problème de santé publique.⁵

Mais surtout, les sportifs sont très exposés. En effet, les blessures de cheville représenteraient 10 à 30% de l'ensemble des blessures sportives et l'entorse de cheville, plus particulièrement, constitue la blessure la plus courante dans la plupart des sports. [12]

Par ailleurs, les blessures de cheville représentent les blessures les plus fréquentes dans le domaine du basketball, que ce soit chez les femmes ou les hommes. [5]

13 études ont détaillé les localisations de blessures au basketball et on remarque que les membres inférieurs sont majoritairement représentés avec 64,4% des blessures. [10]

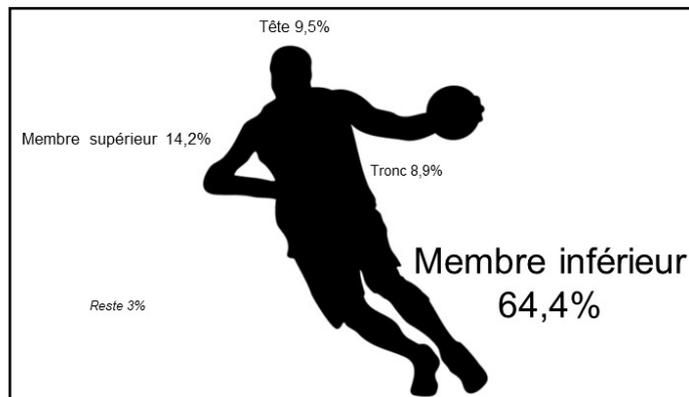


Fig. 5 : localisation des blessures (en %) [10]

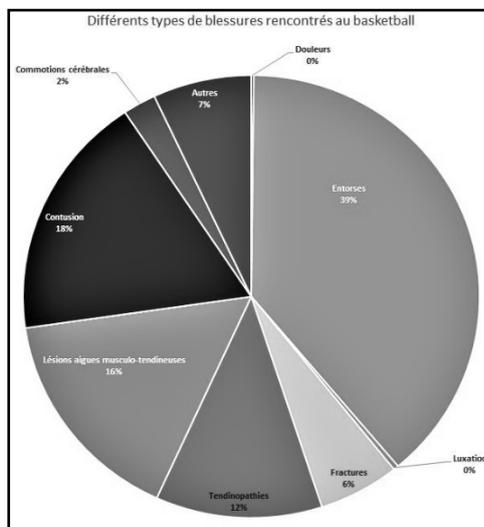


Fig. 6 : type de blessure (en %) [10]

De plus, la cheville est la principale localisation avec 27,5% des blessures totales et 39,8% des blessures du membre inférieur.

Par ailleurs, on peut relever que la majorité des blessures (39%) sont des entorses, dont le diagnostic principal était l'entorse latérale de cheville (16% des blessures totales). [10]

Dans une autre revue, les entorses de cheville sont considérées comme les blessures les plus communes dans le monde du basketball puisqu'elles représentent 38 et 45% de l'ensemble des blessures chez les hommes et les femmes, respectivement. [21]

⁴ Source : https://www.ordremk.fr/wp-content/uploads/2019/05/fiche-pratique_entorse-de-la-cheville.pdf

⁵ Source : https://www.has-sante.fr/jcms/p_3460983/fr/entorses-laterales-de-la-cheville-diagnostic-reeducation-et-retour-a-la-pratique-sportive-note-de-cadrage

16 études ont été analysées par une méta-analyse de 2023, afin de mesurer l'incidence des entorses de cheville chez les basketteurs. Dans l'ensemble le taux d'incidence était de 0,80/1000 AEs (exposition d'athlètes) durant l'entraînement et 2,51/1000 AEs durant les matchs. [2]

Ainsi, le basketball représente un sport à risque avec une incidence élevée d'entorses de cheville. Il serait donc pertinent de mettre en place des mesures de prévention, plus particulièrement au niveau du membre inférieur afin de limiter le risque d'entorse. [10]

1.3 Rappels anatomiques

L'articulation talo-crurale (cheville) est une articulation de type ginglyme (1 degré de liberté). C'est une articulation très importante, véritable nœud de transmission permettant de transférer le poids du corps à l'ensemble du pied. Cette articulation centrale du pied, doit répartir un système de contraintes verticales venant du corps, en un système horizontal répondant à l'appui plantaire. [22]

Elle se retrouve extrêmement sollicitée durant les activités sportives et soumise à d'importantes charges (plusieurs fois le poids du corps). [23]

1.3.1 Les pièces osseuses et surfaces articulaires

La talo-crurale met en présence trois os : le tibia, la fibula et le talus. [24]

On va retrouver les surfaces articulaires tibio-fibulaires formées par :

- La face inférieure du pilon tibial ;
- La face latérale de la malléole médiale ;
- La face médiale de la malléole latérale (moitié inférieure).

Celles-ci forment ensemble une pince (syndesmose) et viennent accueillir respectivement les 3 parties de la surface articulaire du talus :

- La trochlée ;
- La face médiale du corps (partie supérieure) ;
- La face latérale du corps.

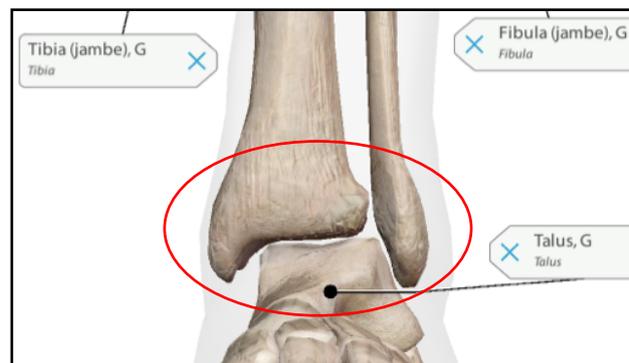


Fig. 7 : l'articulation talo-crurale (cheville)

L'articulation de la cheville est directement liée à la mobilité de la malléole latérale. Cela signifie que la mobilité de la talo-crurale est corrélée à celles des articulations tibio-fibulaires, ces 3 articulations forment ensemble, un complexe coordonné.

Il est donc important de mentionner les articulations tibio-fibulaires qui concernent mécaniquement la cheville et devront être prises en compte. [24]

Elles sont au nombre de deux :

- L'articulation tibio-fibulaire supérieure, surface articulaire plane (glissements-bâillements) entre la tête de la fibula et le condyle tibial latéral.
- L'articulation tibio-fibulaire inférieure, syndesmose (écartements-rapprochements) entre la face latérale de l'extrémité distale du tibia et la face médiale de la malléole fibulaire. Elle est notamment maintenue par un système ligamentaire fort constitué des ligaments tibio-fibulaires inférieurs antérieur et postérieur (très résistant).

La mobilité de la pince malléolaire est essentielle lors des mouvements de flexion dorsale et plantaire de la talo-crurale. [24]

- Lors de la flexion dorsale, la partie large du talus provoque l'écartement de la pince malléolaire (la fibula s'écarte du tibia).
- Inversement, lors de la flexion plantaire, c'est la partie étroite du talus qui va nécessiter un rapprochement de la pince.

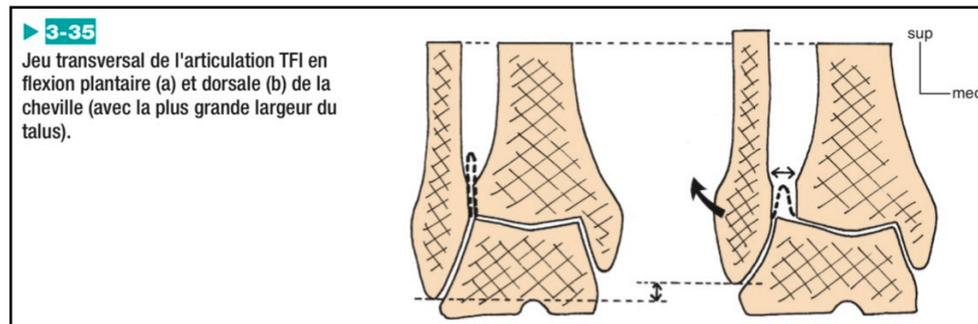


Fig. 8 : la pince tibio-fibulaire en flexion plantaire/flexion dorsale [24]

1.3.2 Les moyens d'unions

Pour commencer, on retrouve la capsule articulaire qui s'insère sur le pourtour du cartilage des surfaces en présence⁶, sauf en avant, où elle s'insère légèrement à distance du bord antérieur du tibia, sur la crête transversale du talus. [24]

Il est important de mentionner qu'elle forme un récessus au niveau de la tibio-fibulaire inférieure.

De plus, elle présente deux culs-de-sac :

- En avant, lors de la flexion dorsale
- En arrière, lors de la flexion plantaire

Enfin, sa face profonde est tapissée par la synoviale articulaire.⁷

Ensuite, il y a les ligaments collatéraux, les deux principaux de l'articulation talo-crurale. [24]

Le ligament collatéral fibulaire (LCF) latéral est le plus intéressant ici car il est responsable de 90% des entorses de cheville⁸ et se place en première ligne chez les blessures du basketteur. [10]

Il est constitué de trois faisceaux :

- Le faisceau antérieur (ligament talo-fibulaire antérieur (LTFA)), est le premier lésé lors des entorses latérale de cheville (en inversion), il représente le ligament de la cheville le plus fréquemment blessé. [25]

Il naît du bord antérieur de la malléole latérale, se dirige en bas, en avant et en dedans pour se terminer sur le col du talus.

⁶ Cf. 1.3.1 Les pièces osseuses et surfaces articulaires

⁷ Membrane sécrétant le liquide synovial ou synovie permettant entre autre une lubrification articulaire

⁸ Voir source 4

- Le faisceau moyen (ligament calcanéo-fibulaire (LCF)), naît également du bord antérieur de la malléole latérale, se dirige en bas et en arrière, pour se terminer sur la face latérale du calcaneus. Dans 20% des cas, sa rupture est associée à celle du ligament talo-fibulaire antérieur. [25]
- Le faisceau postérieur (ligament talo-fibulaire postérieur (LTFP)), naît sur la face médiale de la malléole latérale en arrière, il se dirige en arrière et en dedans pour se terminer sur la face latérale du corps du talus. Celui-ci est rarement touché sauf en cas de dislocation franche de la cheville. [25]

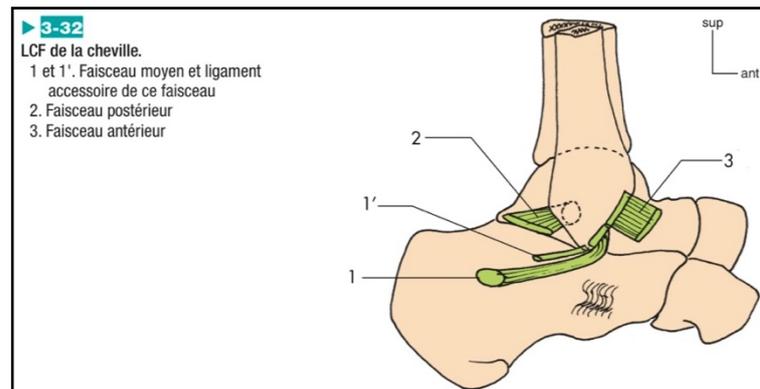


Fig. 9 : les 3 faisceaux du ligament collatéral fibulaire [24]

Le ligament collatéral tibial (LCT) médial formé par :

- Un plan profond constitué de deux faisceaux (antérieur et postérieur) ;
- Un plan superficiel constitué d'un seul faisceau appelé « deltoïdien ».

On retrouve également un ligament accessoire, le ligament fibulo-talo-calcanéen, ensemble fibreux postérieur formant un Y à pointe postérieure. [24]

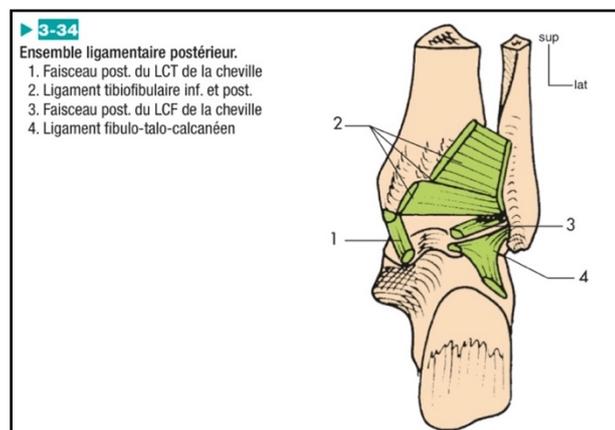


Fig. 10 : complexe ligamentaire postérieur de la cheville [24]

1.3.3 Les muscles et tendons

La musculature extrinsèque et intrinsèque du pied est directement activée lors de la mise en charge. Collectivement ces muscles permettent le soutien, la stabilisation et le déplacement. [26]

L'interaction des structures passives et actives sophistiquées de la cheville et du pied, témoigne de l'importance de ces articulations durant la mise en charge.

Ce système interactif n'est autre que le contrôle neuromusculaire et est indispensable à l'adaptation posturale, que ce soit pour de petites perturbations ou d'activités sportives plus complexes. Ces adaptations primordiales pour la stabilité, notamment de la cheville, sont rendues possible par la présence de muscles stabilisateurs. [27]

En général, ce sont les muscles extrinsèques du pied et de la cheville qui sont décrits comme les « moteurs principaux ».

On considère que la cheville est essentiellement contrôlée par ces muscles extrinsèques. [23]

On va pouvoir définir trois loges musculaires importantes sur le segment jambier, où vont venir s'insérer les différents muscles qui contrôlent la cheville. [24]

La loge latérale : elle se compose de deux muscles essentiels, le long et le court fibulaire. Ce sont les pionniers de la stabilisation latérale de la cheville. De plus, ils permettent le serrage de la pince malléolaire.

- Le long fibulaire s'insère sur la fibula et se termine sur la base du 1^{er} métatarsien. Il permet une pronation et abduction du pied (rôle de fléchisseur plantaire faible). Par le fait de croiser la voûte plantaire, il participe à son maintien et en croisant les expansions du tibial postérieur, ils forment à eux deux une sorte d'étrier de soutènement. [24]
- Le court fibulaire s'insère sur la fibula et se termine sur la base du 5^{ème} métatarsien. Il permet une pronation et abduction pures du pied. Son rôle pronateur lui confère un statut dit de « ligament actif » protégeant le LCF contre le mécanisme de l'entorse. [24]

Le long fibulaire fournit un feedback afférent important au regard de la position de la cheville.

Une étude sur la proprioception a permis de conclure qu'il constituait une entrée afférente primaire pour le cerveau dans le maintien de l'équilibre, bien plus que les structures ligamentaires de la cheville. [26]

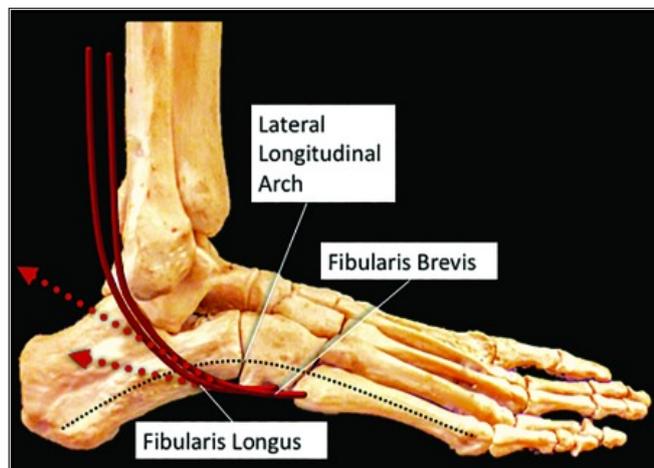


Fig. 11 : les tendons du long et court fibulaire [26]

La loge antérieure : Le tibial antérieur permet la flexion dorsale de la cheville (releveur), une adduction et supination du pied. Sa terminaison sur le cunéiforme médial lui permet en synergie avec le long extenseur de l'hallux et des orteils (LEH/LEO), de creuser la voûte plantaire médiale du pied. [24]

Les informations afférentes, fournies par les muscles de la loge antérieure associés aux muscles de la loge latérale et récepteurs cutanés, jouent un rôle considérable dans la kinesthésie de la cheville. [26]

La loge postérieure : Elle se compose en profondeur de trois muscles : le tibial postérieur, le long fléchisseur de l'hallux (LFH) et le long fléchisseur des orteils (LFO), essentiels dans le soutien de la voûte plantaire. [24]

Le LFH est un muscle clé de la stabilisation de la pince tibio-fibulaire, avec le tibial postérieur. Cet inverseur pur fait contre-appui aux muscles latéraux lors du serrage de la mortaise. De plus, ses expansions sur la quasi-totalité de la face inférieure du pied font de lui un soutien dynamique et lui confère un rôle primordial dans le contrôle de l'éversion et inversion du pied. [23]

1.3.4 La biomécanique

L'articulation talo-crurale se mobilise essentiellement dans le plan sagittal, avec les mouvements de flexion dorsale ou flexion (13 à 33°) et de flexion plantaire ou extension (23 à 56°). [28]

Mais le comportement mécanique de la talo-crurale ne se résume pas seulement à un seul degré de liberté et un seul axe de travail, qu'on retrouve généralement dans une articulation ginglyme. [22]

En effet, l'important réside dans le fait que la cheville est fonctionnellement couplée aux mouvements des articulations de l'arrière et du médio-pied, c'est un complexe lié. C'est ainsi que la cheville participe à tous les mouvements du pied. [28]

Cela se définit par l'axe de Henke, ligne virtuelle représentant l'axe autour duquel se meut l'ensemble de l'arrière-pied, depuis l'inversion extrême jusqu'à l'éversion extrême. [29]

Il s'ajoute alors des mouvements de pronation-supination et d'adduction-abduction en plus des mouvements sagittaux.

Ils permettent ensemble une mobilité générale du pied se caractérisant par deux mouvements combinés : [28]

- L'inversion (combinaison d'une flexion plantaire, adduction et supination) ;
- L'éversion (combinaison d'une flexion dorsale, abduction, pronation).

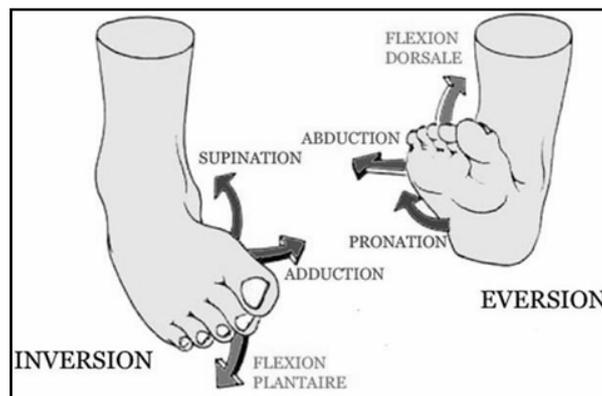


Fig. 12 : les mouvements d'inversion et d'éversion du pied

1.4 Entorse latérale de cheville

Il s'agit d'une blessure extrêmement fréquente, entraînant des coûts de diagnostic et de traitement conséquents pour le système de santé et donc un coup socio-économique très important, du fait des arrêts de travail.

80% des individus souffriront d'entorse de la cheville au cours de leur vie selon les données épidémiologiques. [30]

Par ailleurs, les entorses latérales de cheville sont un véritable fléau pour les athlètes. [31]

1.4.1 Définition

Une entorse de cheville est un étirement ou une déchirure (partielle ou complète), d'un ou plusieurs ligaments de la cheville, de gravité variable.

Pouvant aller de la simple distension à la rupture, l'entorse est provoquée par un mouvement de torsion involontaire dépassant les amplitudes limites de l'articulation. [32]

L'entorse latérale de cheville demeure la plus courante et la pathologie traumatique la plus fréquente.⁹

1.4.2 Étiologie et mécanisme lésionnel

Le plus fréquemment, une entorse survient sur un mouvement dit d'inversion combinant une flexion plantaire, une adduction et une supination.

On estime que chaque jour, 10 000 personnes subissent une blessure par inversion de la cheville. [33]

C'est une torsion du pied vers l'intérieur. Cela provoque une détérioration du ligament collatéral latéral (ou externe) de la cheville pouvant toucher un, deux ou trois faisceaux. [32]

On parle alors d'entorse latérale ou encore externe qui représente aujourd'hui 90% des entorses à la cheville.¹⁰

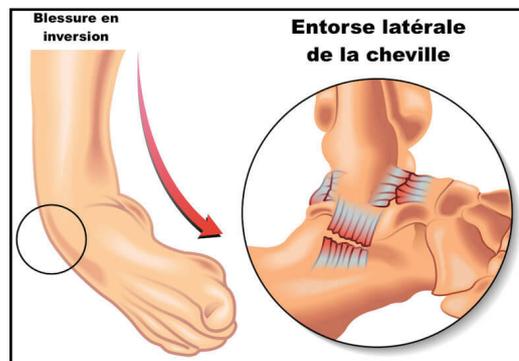


Fig. 13 : mécanisme de blessure de la cheville en inversion

En outre, une entorse survient le plus souvent à l'issue d'un faux pas dans un escalier ou un creux au sol, mais sans qu'il y ait forcément de chute.

Les entorses latérales de cheville sont fréquentes au basketball, elles peuvent entraîner une réduction significative de la capacité de jeu. [34]

Dans l'étude de Panagiotakis et al. [34], une analyse quantitative, basée sur des matchs de NBA, a été réalisée afin d'identifier et calculer la cinématique et les tensions ligamentaires de la cheville, en tant que mécanisme de blessure spécifique chez des basketteurs professionnels.

La principale cause de blessure résultait d'un atterrissage anormal du joueur sur le pied d'un adversaire.

Les résultats démontrent deux types de mécanismes de blessure :

- Une inversion et une rotation interne excessives (atteinte du LTFA et LCF) ;
- Une inversion excessive (atteinte isolée du LCF).

Le plus souvent, avec de faibles valeurs de flexion plantaire (10-35°).

⁹ Voir source 5

¹⁰ Voir source 4

1.4.3 Symptomatologie

On va pouvoir retrouver une douleur, un gonflement (œdème), une ecchymose (hématome) ou encore une perte de mobilité articulaire de la cheville.

On peut distinguer trois stades ou grades différents d'entorse, décrits par l'ordre des Masseurs-Kinésithérapeutes :

- Le grade 1, est un simple étirement d'un des faisceaux du ligament collatéral latéral de la cheville. Il n'y a ni rupture ni arrachement : la mobilité de cheville est conservée. Dans ce cas-là, il y aura présence d'une douleur et d'un gonflement mais tout deux modérés.
- Le grade 2, est une rupture incomplète du système ligamentaire, c'est-à-dire qu'un faisceau du ligament collatéral externe sera déchiré et un autre faisceau étiré ou rompu partiellement. Dans ce cas-là, la douleur sera plus intense et associée à un gonflement, puis une ecchymose fera son apparition, signe d'un saignement causé par la déchirure. La mobilité de cheville sera atteinte, celle-ci est instable et se tord anormalement. On pourra également retrouver un appui du pied douloureux.
- Le grade 3, est une rupture totale de deux ou trois faisceaux du ligament. Dans ce cas-là, on retrouvera une douleur immédiate et violente (parfois syncopale), augmentée à la pression, un gonflement et une ecchymose diffuse sur toute la partie externe de la cheville. La cheville est totalement instable avec une impossibilité de la mobiliser.¹¹

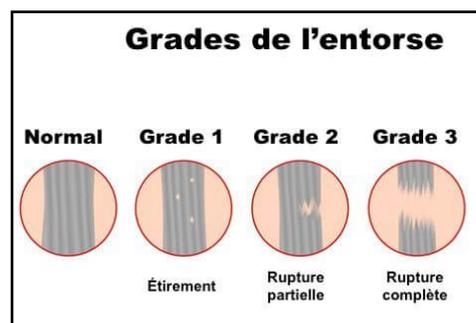


Fig. 14 : les trois grades de l'entorse

Par ailleurs, dans l'étude de Malliaropoulos et al. [35], ils proposent un système de classification en 4 catégories (I, II, IIIA et IIIB). Ce système pourrait être une méthode simple et pratique dans la prise en charge des entorses latérales aiguës de cheville et la prédiction du risque de nouvelles blessures.

Ce système prend en compte trois paramètres :

- Une réduction de l'amplitude de cheville active (ROM normale : 20° dorsiflexion – 50° flexion plantaire) ;
- L'étendue de l'œdème (en cm) ;
- Le troisième critère, la radiographie d'effort, est uniquement utilisée pour les entorses de grade III afin de les subdiviser en IIIA et IIIB. Elle permet de mesurer (en mm) le tiroir antérieur de la cheville.

Grade	Decreased ROM	Edema	Stress Radiographs
I	<5°	<0.5 cm	Not obtained
II	5°-10°	0.5-2 cm	Not obtained
IIIA	>10°	>2 cm	Normal
IIIB	>10°	>2 cm	Joint laxity >3 mm

^aROM, range of motion.

Fig. 15 : système de classification en 4 catégories [35]

¹¹ Voir source 4 et source : <https://www.ameli.fr/bouches-du-rhone/assure/sante/themes/entorse-cheville/reconnaitre-entorse-cheville>

1.4.4 Diagnostic

Le diagnostic clinique de l'entorse latérale de cheville commence par une anamnèse détaillée et systématique. [36]

En effet, Delahunt et al. [37] (2019), ont publié une revue dans laquelle un consensus d'experts (14 experts venant du comité exécutif de « l'International Ankle Consortium ») a élaboré une évaluation diagnostique clinique standard minimale, à réaliser systématiquement devant une suspicion d'entorse latérale de cheville. Elle ne nécessite pas d'équipement spécialisé et est facile à mettre en place.

- Pour commencer, il est primordial de comprendre le mécanisme de la blessure.

En effet, un mécanisme lésionnel impliquant une inversion du pied sera d'emblée évocateur de l'entorse latérale de cheville. [37]

- Par la suite, il faut vérifier les antécédents d'entorse latérale de cheville, car une entorse antérieure augmente le risque de récurrence. [37]

- Ensuite, il faut jauger l'état de mise en charge au moment de la blessure et par le biais des critères d'Ottawa. [37]

Les critères d'Ottawa sont utilisés pour évaluer le risque de fracture lors d'une suspicion d'entorse de la cheville. Ils ont une sensibilité élevée (86%-99%) [38], supérieure à la spécificité (25%-46%), signifiant qu'ils sont très efficaces pour exclure la possibilité d'une fracture, plutôt que de poser un diagnostic de fracture.

Consécutivement à une blessure à la cheville faite en inversion, la probabilité (pré-test d'Ottawa) de fracture est inférieure à 15%. Si les critères d'Ottawa, après avoir été réalisés s'avèrent négatifs, la probabilité post-test de fracture ne sera plus que d'1%.

Radiographie de cheville requise s'il y a une douleur dans la région malléolaire et :	Radiographie du pied requise s'il y a une douleur dans la région du médio-pied et :
Une douleur à la palpation du bord postérieur (sur 6cm) ou de la pointe d'une des deux malléoles	Une douleur à la palpation du naviculaire ou de la base du 5-ème métatarsien
OU	OU
Une incapacité à faire 4 pas complets immédiatement ou à l'examen	Une incapacité à faire 4 pas complets immédiatement ou à l'examen

Tableau 1 : les critères d'Ottawa [38]

En l'état actuel des données de la littérature, ces critères doivent pouvoir être utilisés chez les moins de 18 ans et les plus de 55 ans, même si on doit faire preuve de plus de vigilance devant des patients de ces âges-là. ¹²

Néanmoins, les critères d'Ottawa ne sont pas les seuls critères permettant d'évaluer le risque de fracture sur une entorse de cheville.

En effet, il y a les critères de Bernese, intéressants en complément puisqu'ils ont une spécificité supérieure à celle des critères d'Ottawa, avoisinant les 91%. [39]

¹² Source : https://www.sfm.org/upload/consensus/actualisation_entorse.pdf

Dans les règles de Bernese, une radiographie est nécessaire si une douleur est provoquée par une des trois étapes suivantes :

- Contrainte indirecte du péroné : compression de la fourchette malléolaire à 10 cm de la pointe du péroné.
 - Contrainte directe sur la malléole médiale.
 - Contrainte de compression du médio-pied et de l'arrière-pied : une main fixe le calcanéum, l'autre applique une contrainte sagittale sur l'avant-pied afin d'exercer une compression.
- Pour terminer, il faut effectuer une évaluation clinique de l'intégrité des ligaments de la cheville (ligaments latéraux et ligaments de la syndesmose) [37]:
- Pour le ligament talo-fibulaire antérieur : reproduction de la douleur à la palpation, au mouvement d'inversion ou test du tiroir antérieur (a) (sensibilité : 0,96 / spécificité : 0,84). [40]
 - Pour le ligament calcanéofibulaire : reproduction de la douleur à la palpation, au mouvement d'inversion (b).
 - La prévalence des lésions ligamentaires de la syndesmose est de 20%, c'est pourquoi il est important de les tester avec le test de palpation (sensibilité : 0,92) et le test de compression (spécificité : 0,88).



Fig. 16 : test du tiroir antérieur (a) [40]

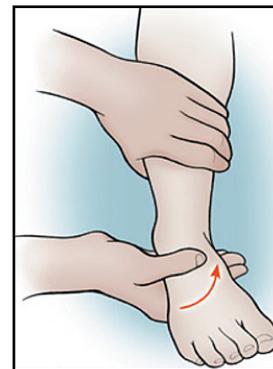


Fig. 17 : reproduction du mouvement d'inversion (b) [40]

Par ailleurs, il serait judicieux d'effectuer certains tests proprioceptifs permettant d'évaluer les boucles d'afférences sensibles et d'afférences motrices.

► Parmi eux, le SEBT¹³ est un test dynamique évaluant le contrôle postural. Il s'effectue en uni-podal, le membre d'appui étant au centre d'une étoile composée de huit lignes, espacées de 45° chacune, donnant alors huit directions possibles pour le membre oscillant.

Chaque direction est un défi nécessitant des combinaisons différentes de mouvements sagittaux, frontaux et transversaux.

Le but étant d'acquiescer une base d'appui stable, afin d'aller le plus loin possible avec le membre oscillant sur chaque ligne, toucher la ligne et revenir au centre. [41]

¹³ Star Excursion Balance Test

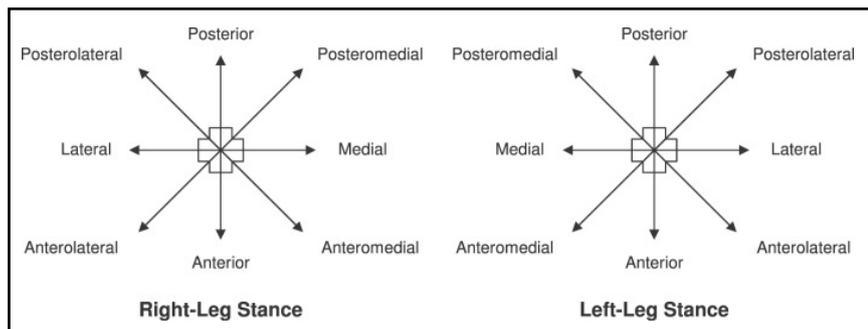


Fig. 18 : les huit directions du SEBT [41]

Ce test est considéré comme ayant une grande valeur clinique avec une excellente fiabilité inter-évaluateur de 0,86 à 0,92. [42]

Il a été démontré que le SEBT est une mesure fiable et valable en tant que test dynamique, permettant d'identifier les déficits d'équilibre dynamique chez les patients présentant diverses affections des membres inférieurs. [41]

De plus, dans l'étude de Plisky et al. [43], les experts ont constaté que les mesures du SEBT étaient fiables et prédictives des blessures des membres inférieurs chez les joueurs de basketball.

Ainsi, le SEBT peut être intégré aux examens physiques préalables afin d'identifier les joueurs à risque de blessure, il peut donc aussi jouer un rôle préventif.

▸ Il serait opportun de préciser qu'il existe une version simplifiée, le SEBTm¹⁴ utilisé plus fréquemment par les praticiens. La consigne reste identique mais le test se réalise sur trois directions et non pas huit : antérieure, postéro-médiale et postéro-latérale. [44]

À l'issue de ce test, on obtient le score composite (*Annexe 2*), supérieur à 90% chez une cheville saine. [45]

▸ le Single Leg Stance (SLS) ou Foot Lift Test (FLT) sont des tests d'équilibre statique permettant d'objectiver un éventuel déficit du contrôle postural. Durant ces tests, le patient doit tenir 30 secondes en équilibre uni-podal les mains sur les hanches, les yeux fermés et ce sans changer la position initiale. [46] Afin de réaliser une évaluation, on comptabilise le nombre « d'erreurs » (maximum 3 chez un sujet sain) pouvant correspondre à :

- Une perte de contact avec le sol quelle qu'elle soit ;
- Une pose du pied controlatéral au sol ;
- Rupture contact main-hanche...

▸ Enfin, le test de repositionnement ou « matching test » est lui aussi un test proprioceptif permettant d'objectiver un déficit de proprioception ou sensibilité profonde. En effet, il consiste en un repositionnement articulaire de la cheville du patient sans l'aide de la vue et fait appel au JPS : Joint Position Sens correspondant à la statesthésie, mais aussi la kinesthésie.

En 2010, l'étude de Munn et al. [47] a en effet démontré des déficits de repositionnement actif et passif associé à l'instabilité de cheville.

▪ Il est par ailleurs nécessaire d'évaluer la flexion dorsale de cheville, on peut utiliser le WBLT¹⁵ qui est un test clinique actif mesurant l'amplitude de mouvement de dorsiflexion. Le principe est d'effectuer une fente en charge face à un mur. [48]

¹⁴ Star Excursion Balance Test modifié, *Annexe 2*

¹⁵ Weight-Bearing Lunge Test

On demande au patient de placer le pied perpendiculairement au mur et d'effectuer une fente en allant le plus loin possible en flexion dorsale. [49]



Fig. 19 : le WBLT [48]

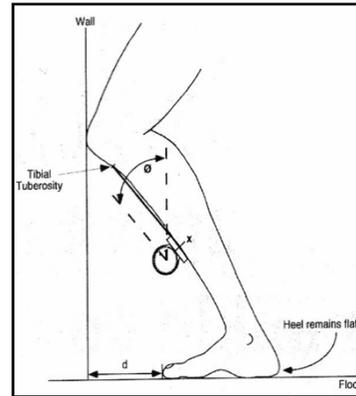


Fig. 20 : schéma du WBLT

L'étude de Hall et al. [50], est la première étude évaluant la validité de l'amplitude de mouvement de cheville durant le WBLT.

Ces résultats ont démontré que la mesure de la distance de la fente maximale par rapport au mur avait une forte corrélation avec la mesure en laboratoire.

Ainsi, c'est une mesure clinique valide démontrant que pour chaque centimètre éloigné du mur (distance hallux-mur (d)) il y a une augmentation de 2° de flexion dorsale de cheville. [50]

- De plus, le Posterior Talar Glide Test, a pour but d'évaluer le glissement postérieur du talus et permet d'évaluer la cinématique articulaire de la cheville. En effet, celle-ci peut être perturbée à la suite d'une entorse de cheville.

Dans l'étude de Denegar et al. [51] comparant des chevilles saines et des chevilles ayant une entorse latérale, le glissement postérieur du talus était significativement réduit chez les chevilles blessées.

En effet, ces restrictions peuvent entraîner une diminution de l'amplitude de dorsiflexion et créer de véritables perturbations de l'arthrocinématique de la cheville. [52]

- Le bilan doit impérativement s'accompagner d'évaluations musculaires précises. En effet, une faiblesse des éverseurs de cheville et des abducteurs de hanche font partie intégrante des facteurs de risque¹⁶.

Afin de quantifier avec précision les déficits de force, le dynamomètre est un outil de choix. [53]

Il a été démontré que les résultats des tests au dynamomètre sont des mesures fiables de la résistance isocinétique. [54]

Dans l'étude de Baltich et al. [55] la force des éverseurs de cheville et des abducteurs de hanche a été mesuré à l'aide d'un dynamomètre. Pour la cheville, les mesures de force étaient réalisées à 60°/s en position semi-couché avec une flexion de genou de 60 degrés. Pour la hanche, les mesures étaient effectuées à 30°/s en position verticale.

Les progrès de la science nous permettent aujourd'hui de bénéficier de dynamomètres portables (*Annexe 3*) comme présentés dans l'étude de Cho et al. [56]

Avec sa grande fiabilité inter-évaluateurs, il répond au besoin clinique de disposer d'un appareil fiable et accessible fournissant des mesures précises de la force de la cheville.

¹⁶ Cf.1.1.3 Facteurs de risque

▪ Par la suite, on peut aussi utiliser certains questionnaires :

- Le FAAM¹⁷ est un auto-questionnaire permettant une évaluation fonctionnelle chez des patients souffrant de trouble du pied et de la cheville. Plus le score (en %) est élevé et plus le niveau de fonction physique est élevé.
Depuis 2011, selon Borloz et al. [57] la version française est considérée comme valide et fiable avec une bonne fiabilité test-retest à deux jours d'intervalle (ICC¹⁸ : 0,94-0,97).
- La LEFS¹⁹ est une échelle fonctionnelle des membres inférieurs (ÉFMI en français). Composée de 20 questions qui traitent du niveau de difficulté éprouvé lors d'activités courantes, cet outil de mesure possède une haute fiabilité test-retest (ICC : 0,88 à 0,97). [58]

▪ Il serait intéressant d'évaluer le Temps de Réaction Péronnien (TRP) dont la réponse retardée fait partie des facteurs de risque d'entorse de cheville²⁰. Pour cela on peut utiliser le test d'inversion soudaine permettant d'analyser le TRP produit par électromyographie (EMG)²¹ de surface.

L'étude de Menacho et al. [59] comparant 25 articles, a conclu à une différence statistiquement significative avec des TRP de chevilles blessées, plus grands que les TRP de chevilles saines.

De même dans l'étude de Palmieri et al. [60] le TRP a été évalué par EMG lors d'inversion soudaine durant la marche chez des patients comportant une instabilité de cheville.

L'EMG a démontré une diminution de l'activation des muscles fibulaires chez les chevilles blessées avec un signal électrique plus faible que celui des chevilles saines opposées (*Figure 21*).

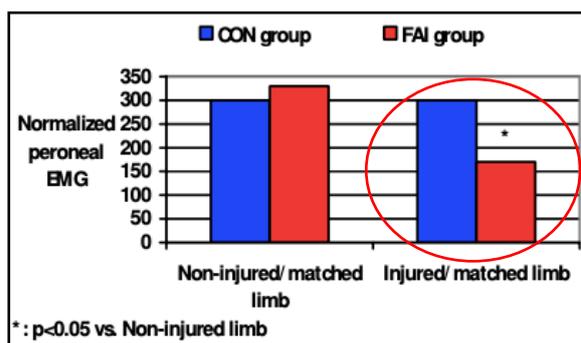


Fig. 21 : EMG des muscles fibulaires [60]

1.4.5 Traitement

Plusieurs protocoles existent à ce jour afin de guider la prise en charge des entorses de cheville. La plupart des protocoles vont regrouper plusieurs techniques afin d'augmenter les effets thérapeutiques.²²

Selon les recommandations de la Haute Autorité de Santé (HAS) datant de janvier 2000, l'application du protocole RICE (Rest = repos, Ice = glace, C = compression, E = élévation) est conseillée suivi d'un arrêt des activités. L'important est d'opter pour un traitement dit fonctionnel, associant une immobilisation relative et une mobilisation précoce de la cheville, permettant une reprise d'activités plus rapide.

Néanmoins, dans la littérature scientifique, on retrouve des avis divergents sur la prise en charge des entorses.

¹⁷ Foot and Ankle Ability Measure, *Annexe 4*

¹⁸ Intraclass Correlation Coefficient ou Coefficient de Corrélation Intraclasse

¹⁹ Lower Extremity Functional Scale, *Annexe 5*

²⁰ Cf.1.1.3 Facteurs de risque

²¹ Technique d'enregistrement de l'activité électrique des muscles

²² Source : <https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/recoentors.pdf>

En effet, beaucoup témoignent de l'importance des supports fonctionnels et de l'exercice, préférables à l'immobilisation. [38,61] Les critiques ont été unanimes dans leur consensus sur le fait que les renforts sont efficaces dans le traitement des entorses aiguës de cheville. [61]

Par ailleurs, dans l'étude de Vuurberg et al. [38] un traitement avec un véritable support externe comme une attelle était plus efficace qu'un support compressif tel qu'un bandage.

Ils attestent que de nouvelles preuves sont désormais disponibles sur les effets des programmes d'exercices et de réadaptation. La thérapie par l'exercice a un réel effet bénéfique et doit être débutée précocement pour optimiser la récupération de la fonction articulaire.

Au fil des années, les acronymes de prise en charge ont évolué de ICE à RICE puis POLICE. Ces protocoles très connus se concentrent sur la prise en charge aiguë sans prendre en compte forcément les étapes subaiguës et chroniques de la cicatrisation.

Un nouveau protocole placé sous l'acronyme PEACE & LOVE (*Annexe 6*) est un éditorial qui englobe un continuum de réadaptation, des soins immédiats jusqu'à une prise en charge ultérieure.

En ajoutant la notion de facteurs psycho-sociaux et d'éducation des patients, ils témoignent de leur importance dans un rétablissement optimal. [62]

Ils suggèrent d'éviter les anti-inflammatoires (AINS) et la cryothérapie jusque-là fréquemment utilisés après une entorse, pouvant être nocif pour la réparation optimale des tissus.

En effet, ces affirmations peuvent être appuyées par des études qui suggèrent une prise avec précautions, dès lors que les AINS peuvent supprimer ou retarder le processus naturel de guérison. [36,38]

De plus, l'étude de Fullam et al. [63], a démontré qu'après une cryothérapie de 15 minutes sur la cheville, la stabilité posturale dynamique était altérée.

En effet, après mesure des distances au SEBT avant et après cryothérapie, les résultats ont démontré que les distances antérieure, postéro-médiale et latérale étaient significativement réduites après cryothérapie. Ainsi, il faudrait mettre en place une période de réchauffement de l'articulation, afin d'éviter qu'une diminution de la stabilité prédispose aux blessures.

Le repos (1 à 3 jours), bien que nécessaire pour éviter d'aggraver la blessure ne doit pas être prolongé, pouvant compromettre la force et qualité des tissus.

Ensuite, une approche active (mouvements et exercices) est nécessaire en ajoutant un stress mécanique quantifié (LOAD) et en encourageant une reprise d'activité dès que possible. [62]

En plus du renforcement musculaire des muscles stabilisateurs de la cheville²³ [17] et de la thérapie manuelle permettant une meilleure récupération fonctionnelle (réduction de la douleur et amélioration de la flexion dorsale et de la longueur de foulée), les programmes d'entraînement neuromusculaires et proprioceptifs sont des compléments efficaces, leur mise en œuvre précoce réduit considérablement l'instabilité fonctionnelle de la cheville. [36,64]

Pour chaque cas d'entorse de cheville, le protocole de prise en charge doit être individualisé et optimisé, surtout chez les athlètes.

Le but ultime est de permettre à l'individu de retrouver son niveau d'activité d'avant blessure en ajoutant progressivement des activités sportives : return to sport (RTS), ou return to play (RTP). [64]

²³ Cf. 1.3.3 Les muscles et tendons

1.4.6 Return to sport (RTS)

« Quand est-ce que l'athlète pourra concourir à nouveau ? »

La réponse à cette question est complexe et la décision de reprise du sport après blessure est multifactorielle. Les objectifs sont en général les mêmes pour le sportif blessé et le praticien : faciliter un retour rapide, efficace et sûr au sport (RTS).

Le RTS peut être considéré comme : « un continuum parallèle au rétablissement et à la réadaptation – et non simplement comme une décision prise isolément à la fin du processus de rétablissement et de réadaptation. » [65]

Il est caractérisé par trois éléments :



Tableau II : le continuum RTS (Return To Sport) [65]

La décision du RTS est pluridisciplinaire. Puis pour définir un RTS, il est nécessaire de connaître le sport et le niveau de participation que l'athlète veut retrouver.

Les modèles bio-psycho-sociaux sont à prendre en compte pour comprendre les facteurs individuels influençant un RTS, ainsi que la balance stratégique du risque et de la tolérance au risque pour une décision optimale en matière de retour au sport.

Le StARRT²⁴ est un modèle d'évaluation stratégique du risque et de la tolérance au risque guidant le processus du RTS. En effet, c'est un modèle en trois étapes et une véritable aide dans l'estimation des risques.

Les deux premières étapes (évaluation de la santé et des contraintes des tissus) entrent dans un processus d'évaluation des risques tandis que la troisième étape évalue la tolérance du risque en fonction des facteurs qui influencent cette tolérance (modificateurs). [65]

Les athlètes devraient être autorisés à accéder au RTS uniquement si les risques (étapes 1 et 2) sont inférieurs à un seuil de tolérance au risque, acceptable (étape 3). [65]

1.4.7 Protocoles de prévention des entorses latérales de cheville

Dans le milieu sportif et essentiellement le sport de haut-niveau, les blessures font partie intégrante de l'expérience.

Pour un sportif, prévenir les blessures et diminuer leur incidence sont une priorité sans appel.

En effet, c'est un facteur clé dans la réussite du sportif et de son équipe, également.

²⁴ The Strategic Assessment of Risk and Risk Tolerance, Annexe 7

Les risques de blessure ne sont pas négligeables dans le sport de haut niveau et les blessures de cheville telles que les entorses, sont particulièrement fréquentes dans certains sports, notamment le basketball.²⁵

C'est ainsi que des programmes de prévention sont pensés, réfléchis et mis en place afin d'aider les sportifs. En ce qui concerne l'entorse latérale de cheville, huit programmes de prévention sont résumés et comparés dans le tableau en *Annexe 8*.

Ces différents programmes s'effectuent chez des sports d'équipes (football, basketball, handball et rugby) et regroupent des protocoles de différentes durées, fréquences, interventions...

Les résultats démontrent pour certains des diminutions de 28%, 30%, 35% et 38% du nombre d'entorses de cheville, pour d'autres une amélioration de l'équilibre dynamique, une amélioration du score composite (SC), voir aussi aucune diminution significative du risque d'entorse.

L'étude de Del Rabal et al. [66] a justement testé un protocole de prévention (8^{ème} sur le tableau, *Annexe 8*). Ils ont évalué les effets produits à l'aide du SEBT²⁶ à 3 et 10 mois.

Les résultats démontrent une amélioration significative de l'équilibre dynamique (*Figure 22*) permettant de diminuer le risque d'entorses. Ces effets perdureraient sur 3 à 10 mois.

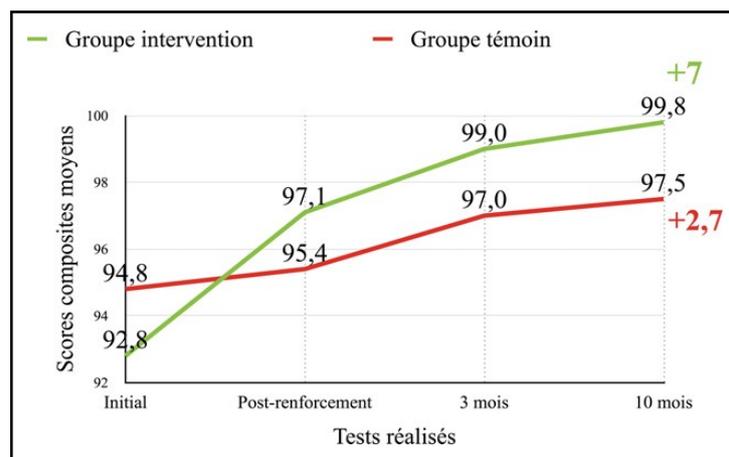


Fig. 22 : évolution des résultats au SEBT [66]

Cette étude a aussi permis d'identifier des paramètres clés (grande fréquence d'exercices, protocole court favorisant l'observance, stratégies extrinsèques) dans l'optimisation de l'efficacité des programmes préventifs.

On peut alors s'interroger sur : « pourquoi toujours autant d'entorses de cheville si des protocoles préventifs efficaces existent à ce jour ? »

Cela pourrait être lié à un manque de régularité, d'efficacité, une mauvaise observance thérapeutique²⁷ ou encore une méconnaissance des programmes.

²⁵ Cf. 1.1.2/ 1.1.3/ 1.2

²⁶ Cf. 1.1.4 Diagnostic

²⁷ L'observance thérapeutique est définie comme la concordance entre le comportement du patient et le traitement proposé, il s'agit du niveau d'adhésion du patient.

1.5 La reprogrammation neuromusculaire

La reprogrammation neuromusculaire permet d'améliorer le lien entre les informations proprioceptives afférentes qualitatives et les informations motrices efférentes qui en découlent. Le but est finalement de développer des stratégies neuromusculaires, de les automatiser afin d'étoffer la protection articulaire. [17]

1.5.1 La notion de proprioception

L'être humain possède une multitude de sens, on en décrit traditionnellement cinq : la vision, l'ouïe, l'odorat, le goût et le toucher. Néanmoins, c'est au XIX^e siècle, que l'anatomiste écossais Charles Bell a caractérisé un sixième sens : « le sens musculaire ». [67]

En effet, cela correspondait en réalité aux prémices de ce qu'on nomme aujourd'hui la « proprioception ».

Ainsi, les cinq sens auxquels s'ajoute la perception de son propre corps, le sens proprioceptif (6^{ème} sens) nous permettent d'avoir une interaction holistique avec notre environnement en constante évolution. Ils nous permettent de réagir aux changements et de nous adapter en permanence pour finalement survivre. [68]

À son origine, le terme « proprioception » a été inventé en 1907 par Charles Sherrington.

Ce système de rétroaction (effet retour ou feedback) sensori-moteur est médié par des mécanorécepteurs sensibles à l'étirement (fuseaux neuromusculaires, organes tendineux de Golgi, récepteurs cutanés et articulaires...) aussi appelés propriocepteurs.

En effet, leurs signaux proprioceptifs nous permettent de « *percevoir la position et le mouvement de notre corps, la force et l'effort générés par nos muscles ainsi que le poids des objets que nous soulevons* ». La proprioception englobe alors toutes ces perceptions.

Ainsi, on peut définir la proprioception humaine comme « *la conscience de l'état mécanique et spatial du corps et de ses parties musculo-squelettiques* ». [69]

Elle contribue à la perception consciente et inconsciente, que l'on a de la position et du mouvement de nos membres et du tronc. [67]

De plus, elle participe à notre sentiment d'appartenance à notre corps et demeure indispensable aux actions motrices (apprentissage, planification, exécution et correction). [67,69]

Hélas, nous savons aujourd'hui que les défauts proprioceptifs conduisent à des défauts moteurs (tels que le mouvement non coordonné), lesquels engendrent une cascade d'évènements néfastes pour les performances sportives. [67]

En effet, la proprioception joue un rôle crucial dans le contrôle de l'équilibre et la proprioception de cheville, plus exactement, est sans doute la plus importante.

Afin de parvenir au plus haut de la compétition dans le sport d'élite on exige des capacités physiques, dont l'équilibre, nettement supérieures à la moyenne.

Par ailleurs, un meilleur équilibre constitue un facteur protecteur, notamment vis-à-vis des blessures du membre inférieur, « bête noire » du sportif. [70]

Le système nerveux central (SNC), en assimilant des données visuelles, vestibulaires et proprioceptives va, en réponse, produire des commandes motrices indispensables à la coordination des schémas d'activations musculaires pour un bon équilibre. [70]

Le système cheville-pied constitue le seul point de contact du corps humain avec le sol. C'est ainsi que la proprioception de cheville fournit les informations nécessaires à l'adaptation de la position du pied en toute circonstance. [70]

Cela fait trente ans que l'on a établi un lien direct entre un mauvais contrôle de l'équilibre, passant donc par la cheville et un risque accru de blessures.

En effet, dans l'étude de Tropp et al. [71] datant de 1984, ils ont constaté chez les joueurs de football présentant un mauvais équilibre, une fréquence de blessures à la cheville quatre fois supérieure aux joueurs doté d'un équilibre dit « normal ». [70]

1.5.2 Et la reprogrammation neuromusculaire de la cheville dans tout ça ?

Tout d'abord, si on reprend le texte de l'HAS sur les recommandations dans la rééducation de l'entorse externe de la cheville²⁸, on peut y lire la phrase suivante : « *La reprogrammation neuromusculaire (RNM) consiste à placer le patient dans des positions de déséquilibre en utilisant différents outils instables afin de solliciter les réactions de défense de l'organisme.* »

En effet, lorsqu'on veut développer des stratégies neuromusculaires, on va progressivement replacer le patient dans des conditions sécurisées, mais qui sont proches de celles de la blessure, donc du mécanisme lésionnel de l'entorse de cheville. On souhaite que le patient améliore ses automatismes de protection.

Pour ce faire, la principale stratégie utilisée est la pro-activation des fibulaires, on entend par pro-activation une activation anticipée (feed-forward) avant le contact pied-sol. [17]

Selon les travaux de Thonnard, une entorse de cheville peut survenir en seulement 30 millisecondes (ms), autrement dit en un temps extrêmement court.

Néanmoins, la boucle de rétroaction (feed-back) qui permet d'activer nos muscles fibulaires, stabilisateurs, nécessite 60 à 70 ms. C'est ce qu'on nomme le Temps de Réaction Péronéen (TRP), latence entre une inversion brusque de la cheville et l'activation visible à l'EMG des fibulaires.

De plus, Konradsen affirme qu'il faut patienter 75 à 80 ms supplémentaires (délai électromécanique DEM) pour obtenir un mouvement protecteur (éversion) de la part de nos fibulaires. [17]

Donc, lors d'une inversion brusque de cheville, 150 ms au total sont nécessaires pour obtenir une force protectrice. Ce mécanisme de protection basé sur le feed-back est donc loin d'être optimal dans la prévention des blessures.

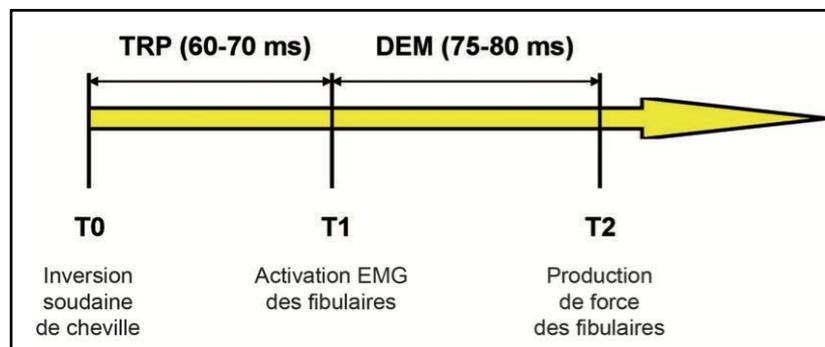


Fig. 23 : temporalité des événements survenant à la suite d'une déstabilisation en inversion de cheville [17]

²⁸ Cf. 1.4.5 Traitement

Cependant, selon Thonnard, l'exécution de tâches périlleuses pour la cheville (descente d'escaliers, sauts...) déclenchait une activation systématique des fibulaires avant la pose du pied au sol. En effet, chez des sujets marchant avec des déstabilisateurs de cheville en inversion, on avait une activation des fibulaires 77 ms avant la pose du talon au sol, c'est le système de feed-forward :

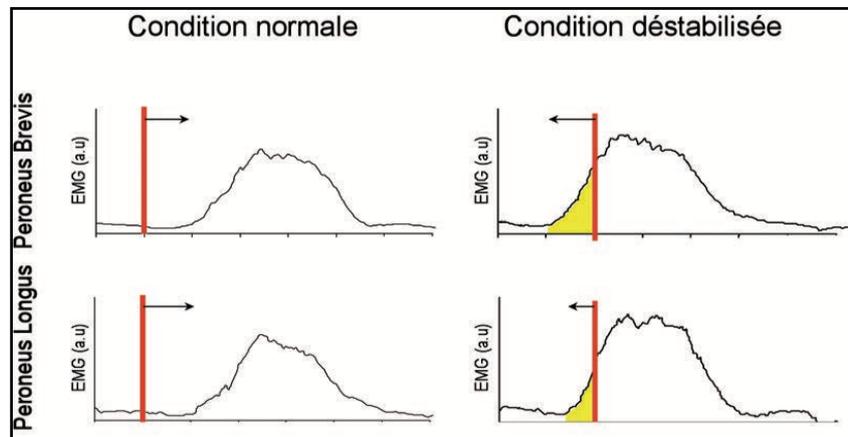


Fig. 24 : pro-activation des fibulaires lors de la marche (condition normale/déstabilisée) trait rouge : pose du talon au sol / trait noir : activation musculaire [17]

En sachant que le DEM des fibulaires se situe entre 75 et 80 ms, ces sujets avaient donc déjà, grâce à la pro-activation des fibulaires, un verrouillage musculaire naturel face à la déstabilisation, protégeant l'articulation de la cheville lors du contact avec le sol.

On constate alors qu'un travail de la cheville en position déstabilisante et proche du mécanisme lésionnel de l'entorse, permettra de développer et d'automatiser la pro-activation des muscles fibulaires. [17]

Il existe une multitude d'exercices de RNM permettant d'illustrer les propos précédents. La notion de progression est aussi importante dès lors que tout va se faire par acquisition progressive des capacités.

Dans le programme « SHRed Injuries Basketball²⁹ » d'Emery et al. [72] on retrouve des exercices de RNM (Annexe 9) à base de sauts (sauts latéraux, uni-podaux, petits sauts, squat jump...), d'équilibre uni-podal (Single-Leg Balance (Toss)) ...



Fig. 25 : exemples d'exercices de RNM issus du programme SHRed Injuries Basketball [72]

En ayant conscience que la nature dynamique de la performance sportive nécessite justement des stratégies d'adaptation optimales [27,36], le travail dans diverses activités à risques, notamment au basketball, comme les mouvements du complexe cheville-pied lors de la propulsion, des sauts, des atterrissages, des changements soudains de direction et autre, est indispensable. [17]

²⁹ Surveillance in High school and community sport to Reduce (SHRed) Injuries Basketball, Annexe 9

C'est à cet instant que l'on prend pleinement conscience de l'importance de posséder un bon sens proprioceptif, indispensable à l'intégration sensorielle permettant de déceler les positions articulaires risquées (cheville en inversion) et cela très rapidement.

Ces entrées sensorielles sont déterminantes pour la programmation et reprogrammation motrice en feed-forward des stratégies de protection. [17]

1.6 Objectifs et intérêts de la revue de littérature

L'entorse de cheville c'est 7 à 10% des consultations aux urgences hospitalières en France et donc la pathologie traumatique la plus fréquente, demeurant un véritable enjeu de santé publique.

Mais surtout vis-à-vis du basketball, l'entorse de cheville à un poids pondéral de 91% et une incidence élevée chez les joueurs de NBA, comme Stephen Curry pour qui cette blessure devient une habitude.

Le risque ? c'est principalement que le taux de récurrence puisse atteindre jusqu'à 70% chez les sportifs et conduire potentiellement à une instabilité chronique ainsi qu'à une arthrose précoce de cheville.

C'est pourquoi, parvenir à démontrer que la RNM pourrait réellement diminuer l'incidence des entorses de cheville et constituer un facteur protecteur permettrait :

- Pour les patients et surtout athlètes :
 - Une meilleure confiance en leurs capacités de performance, d'adaptation au stress mécanique...
 - Un risque de blessure moindre, donc un gain de temps considérable et une carrière préservée.

- Pour les professionnels de santé :
 - De jouer un rôle informatif important, notamment chez les kinésithérapeutes, préparateurs sportifs et tout professionnel participant de près ou de loin à la sphère sportive.
 - D'agir dans un domaine de prévention primaire des blessures.
 - De diminuer les coûts s'estimant à 1,2 millions d'euros chaque jour en France, 3,65 milliards de dollars aux États-Unis en 2003 et 360 euros par entorse aux Pays-Bas. [73]

C'est ainsi que parmi tous ces éléments se dégage la problématique suivante :

Intégrer la reprogrammation neuromusculaire à l'échauffement en prévention des entorses de cheville chez le basketteur.

2 Méthode

La finalité d'une revue de littérature est, en somme, de parvenir à l'obtention d'une synthèse globale des avancées scientifiques présentes, dans un domaine précis. En effet, l'objectif principal d'une revue soumettant une question thérapeutique, est d'élaborer une réponse claire, critique et compréhensive basée sur les données actuelles de la science. Cette réflexion est primordiale afin d'entrer dans une démarche pratique : **L'Evidence Based Practice (EBP)**, signifiant « pratique fondée sur des données probantes » ou encore « pratique fondée sur des preuves ». [74]

L'EBP est une démarche permettant de répondre aux enjeux de la physiothérapie moderne, comme offrir la meilleure prestation clinique centrée sur : les besoins et attentes du patient, s'appuyant sur des références scientifiques valides ainsi que sur l'expérience clinique du thérapeute. Et cela, dans un but d'améliorer leur qualité et quantité de vie. [74]

Il est important d'entrer dans une démarche globale d'analyse afin de minimiser le biais de sélection. L'examen critique des preuves scientifiques est primordial, afin d'encourager une méthodologie qualitative (validité et utilité). [74]

2.1 Critères d'éligibilité des études pour cette revue

2.1.1 Schéma d'étude

Cette revue de littérature porte sur l'effet d'une reprogrammation neuromusculaire en prévention des entorses de cheville chez le basketteur. Ainsi, nous voulons mettre en lumière l'effet que peut avoir un échauffement particulier sur l'incidence d'une blessure.

C'est donc une question **thérapeutique** cherchant à évaluer l'efficacité d'un traitement, ici à titre préventif. Les schémas d'étude qu'on privilégie pour répondre à une question de type thérapeutique sont des essais contrôlés randomisés (ECR).

Ainsi, ils seront préférentiellement choisis pour notre revue de littérature.

2.1.2 Population

Cette revue de littérature portant sur le basket-ball, les sujets inclus doivent être des joueurs de basket faisant partie d'une équipe et s'entraînant régulièrement. En effet, il faudrait que les joueurs exercent en compétition dans diverses ligues de basketball. Leur âge peut être compris entre 16 et 35 ans et les joueurs sélectionnés seront de sexe masculins et féminins confondus.

2.1.3 Intervention

L'intervention consiste, ici, en un échauffement de 20 à 30 minutes (avant une séance d'entraînement) basé sur des exercices de reprogrammation neuromusculaire et comportant une notion de progression.

2.1.4 Comparateur

Le comparateur sera dans cette étude la pratique d'un échauffement classique par le groupe contrôle, c'est-à-dire sans ajouter des exercices à dominante neuromusculaire et proprioceptive.

2.1.5 Critère de jugement

Le critère de jugement sera l'incidence des entorses de cheville pour 1000 participations sportives, ce qui représente le nombre de blessure survenue durant un entraînement/match ou le cas échéant, le nombre d'entorses relevé sur la saison.

2.2 Méthodologie de recherche d'étude

2.2.1 Sources documentaires investiguées

Afin d'élargir au plus nos recherches, les bases de données Pub Med, Pedro et Cochrane ont été utilisées en priorité dès septembre 2023.

Dans un second temps, Google scholar et Science direct ont aussi été investiguées.

Pour terminer, des recherches parmi la littérature grise ont aussi été effectuées dans des mémoires, livres, articles de journaux...

2.2.2 Équation de recherche

L'équation de recherche a été construite à l'aide de mots-clefs faisant référence aux points essentiels de notre question, tout en se basant sur le modèle **PICO**.

P	I	C	O
Joueurs de basket-ball entre 16 et 35 ans, de sexe masculin et féminin	Échauffement basé sur des exercices de reprogrammation neuromusculaire	Échauffement classique	Incidence des entorses de cheville pour 1000 participations sportives / nb entorses

Tableau III : modèle PICO

Afin d'obtenir une recherche efficiente, il est judicieux d'utiliser les opérateurs booléens suivant : AND et OR. La première équation de recherche testée sur PubMed était :

neuromuscular training OR proprioception AND ankle sprain AND basketball

Ne permettant d'obtenir que 16 résultats, une autre équation utilisant davantage de mots-clés a été utilisée :

neuromuscular training OR proprioception AND ankle sprain OR injury prevention AND basketball AND sport injury

Cette équation de recherche a produit les résultats suivants :

PubMed	582
PEDro	12
Google Scholar	200
Cochrane	27

Tableau IV : résumé des recherches sur les différentes bases de données investiguées

La base de données Science Direct, a finalement été utilisée davantage pour les composants de l'introduction et afin d'avoir une vision plus complète et globale du sujet.

2.3 Méthodologie d'extraction et d'analyse des données

2.3.1 Sélection des études

Afin de sélectionner les études, nous allons suivre les recommandations PRISMA, la sélection des études se fera en quatre parties [75]:

- Suppression des doublons ;
- Sélection par lecture du titre ;
- Sélection par lecture de l'abstract ;
- Sélection par lecture du texte intégral.

Ces différentes étapes sont détaillées dans le diagramme de flux (*Figure 26*).

Pour les trois dernières étapes, la sélection se fera selon des critères d'inclusion et d'exclusion définis.

Critères d'inclusion	Critères d'exclusion
<ul style="list-style-type: none"> - Essais contrôlés randomisés (langue anglaise) ; - Études publiées pendant ou après l'année 2010 ; - Score PEDro $\geq 4/10$; - Étude portant sur des basketteurs de 16 à 35 ans de sexe masculin et/ou féminin ; - Étude comparant la reprogrammation neuromusculaire à un échauffement classique ; - Échauffement durant au minimum 20 minutes ; - Étude ayant pour critère de jugement l'incidence de blessure/ 1000 participations ou le nb de blessures/ saison. 	<ul style="list-style-type: none"> - Autres types d'études (cohorte, prospectives...) ; - Études datant d'avant 2010 ; - Études portant sur d'autres sports ; - Études ne mentionnant pas les entorses de cheville.

Tableau V : résumé des critères d'inclusion et d'exclusion des études

2.3.2 Méthode d'analyse des études

La question de recherche est une question thérapeutique, ainsi le schéma d'étude le plus approprié demeure l'essai contrôlé randomisé, comme mentionné précédemment (Cf. 2.1.1 Schéma d'étude). Afin d'analyser la qualité méthodologique des études sélectionnées, l'échelle PEDro (Annexe 10) sera utilisée.

En effet, cette échelle permet d'identifier les essais contrôlés réellement randomisés, mettant à disposition suffisamment d'informations statistiques pour que leurs résultats soient interprétables (critères 10 et 11).

Cette échelle comporte 11 critères relatifs à la méthode utilisée dans les essais contrôlés randomisés. Le critère 1 est relatif à la validité externe et les critères 2 à 9 à la validité interne.

Le premier critère n'est pas comptabilisé dans le score PEDro, ainsi l'échelle est notée sur 10 points correspondant respectivement aux critères 2 à 11.

C'est ainsi, qu'on comprend que l'EBP (Cf. 2. Méthode) comporte certaines limites, en effet la mauvaise qualité méthodologique de nombreuses études réalisées à ce jour, relative à la validité interne ne nous permet pas d'établir des conclusions et augmente la difficulté d'élargir les résultats à l'ensemble de la population (validité externe). [74]

2.3.3 Extraction des données et méthode de synthèse des résultats

L'extraction des données nous permet de synthétiser les articles afin de pouvoir, par la suite, les comparer et les analyser.

Il s'agit de regrouper les données pertinentes pour répondre à la problématique posée. Cette extraction se réalise en lisant le texte intégralement afin d'en retirer les éléments qui nous intéressent.

Pour chaque étude nous allons extraire :

- Les données relatives à l'étude :
 - Intitulé ;
 - Nom de l'auteur ;
 - Année de publication ;
 - Type d'étude ;
 - But de l'étude ;
 - Score PEDro.

- Les données relatives à notre modèle PICO :
 - La population :
 - Âge ;
 - Sexe ;
 - Taille de l'échantillon ;
 - Nombre de participants au groupe contrôle ;
 - Nombre de participants au groupe d'intervention ;
 - Critères d'inclusion et d'exclusion des participants à l'étude.

 - L'intervention :
 - La durée et la fréquence de l'échauffement neuromusculaire ;
 - Caractéristiques de la séance ;
 - Type d'exercices.

- Le comparateur :
 - Échauffement classique pour le groupe contrôle (détaillé quand cela est possible).
- Le critère de jugement :
 - La méthode d'évaluation des blessures ;
 - Les autres critères de jugement analysés dans les études.

Les données extraites ont d'une part, été détaillées dans la description des études (**3.1**), où les études disposent chacune d'un paragraphe (Cf. 3.1.3 *Études incluses*) et d'autre part, synthétisées dans un tableau récapitulatif (*Tableau VII*).

À la suite de l'extraction des données importantes dans les études incluses, il est nécessaire de recueillir et de synthétiser les résultats.

Pour ce faire, nous avons réalisé un tableau regroupant les données statistiques disponibles et utiles à l'analyse des résultats :

- Le nombre d'entorses ;
- L'incidence des entorses pour 1000 expositions ou participations sportives ;
- Le risque relatif et l'intervalle de confiance à 95% ;
- La valeur « p ».

Ces données ont été extraites à la fois pour le groupe interventionnel et pour le groupe contrôle et regroupées dans un tableau (*Tableau IX*).

3 Résultats

3.1 Description des études

3.1.1 Diagramme de flux

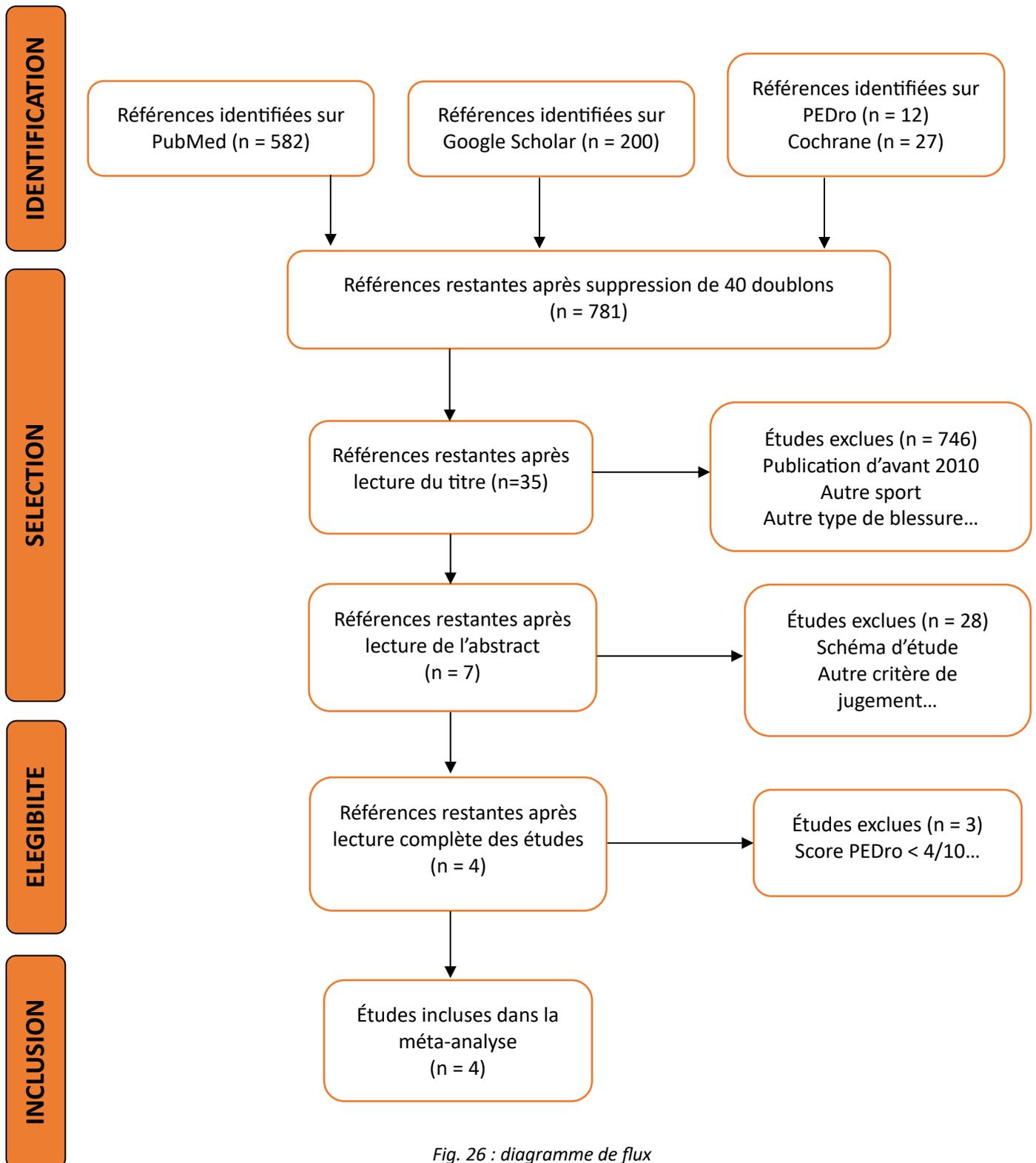


Fig. 26 : diagramme de flux

L'équation de recherche établie plus tôt et utilisée sur diverses bases de données scientifiques a permis l'obtention de 821 articles.

3.1.2 Études exclues

Afin de sélectionner des études pertinentes permettant de répondre à notre question thérapeutique, nous avons décidé de suivre les recommandations PRISMA dans notre méthodologie. (Cf. 2.3.1 *Sélection des études*)

C'est ainsi qu'en premier lieu, nous avons procédé à la suppression des doublons correspondant à un total de 40 références.

À l'issue de cette première sélection, il nous restait un total de 781 articles.

Nous avons ensuite procédé à la suite de la sélection dirigée par PRISMA :

- Exclusion après lecture du titre : en effet, cette étape nous a permis d'écartier un grand nombre d'articles qui ne correspondaient pas à nos critères d'inclusion (Cf. *Tableau V*). En effet, après lecture du titre nous avons exclu des études publiées avant 2010, ou ne portant pas sur le basketball, ou encore n'évaluant pas les entorses de cheville...
- Exclusion après lecture de l'abstract : les études exclues lors de cette étape étaient essentiellement celles dont le schéma ne correspondait pas à un essai clinique randomisé et dont l'intervention ne respectait pas les critères d'inclusion (inférieur à 20 min, pas de progression, comparateur différent...).
- Exclusion après lecture complète de l'étude : Cette étape a permis de sélectionner les 4 articles faisant partie de cette méta-analyse. Là aussi, étaient exclues les études dont les critères ne correspondaient pas. Par exemple, l'étude de Riva et al. [76] n'a pas été sélectionnée car elle ne comparait pas un échauffement neuromusculaire à un échauffement classique. En effet, celle-ci compare différents programmes proprioceptifs sur une période de 6 ans, de plus, ces programmes étaient exclusivement réalisés à l'aide d'une planche à bascule électronique ne possédant qu'un seul degré de liberté dans le plan frontal.

Études exclues	Raisons de l'exclusion
Riva 2016	Comparateur différent : l'étude ne compare pas un échauffement neuromusculaire à un échauffement classique mais plutôt 3 programmes sur 6 ans.
Emery 2022	Critère de jugement différent : l'étude ne fournit pas de données statistiques sur les entorses de cheville mais des données englobant blessures de genou et de cheville. Elle dispose uniquement de données détaillées pour les tendinopathies d'Achille.
Foss 2018	Score PEDro insuffisant : cette étude possède un score PEDro = 3 (sélection si PEDro ≥ 4/10)

Tableau VI : résumé des études exclues durant la dernière étape de sélection

3.1.3 Études incluses

Les études qui ont finalement été sélectionnées sont les suivantes :

- Stojanović, 2022 [77]
- Bonato, 2018 [78]
- LaBella, 2011 [79]
- Eils, 2010 [80]

Ces 4 études partagent de nombreuses similitudes. Elles ont toutes le même objectif : démontrer l'efficacité d'un échauffement type neuromusculaire sur la réduction des blessures de cheville chez les basketteurs.

De plus, en analysant ces programmes d'échauffement, on remarque une construction similaire. En effet, on retrouve toujours plusieurs phases dont une phase d'activation (course, exercices dynamiques) suivie d'exercices de force, d'équilibre et de pliométrie et enfin une phase plus spécifique au basketball avec un travail d'agilité et de ballon.

3.1.3.1 Stojanović, 2022

"A multicomponent neuromuscular warm-up program reduces lower-extremity injuries in trained basketball players: a cluster randomized controlled trial". [77]

Cette étude est un ECR en grappe ayant pour objectif d'évaluer les effets d'un programme d'échauffement neuromusculaire à plusieurs composantes, sur l'incidence de blessures du membre inférieur chez des basketteurs régionaux.

Initialement, 39 équipes régionales de basketball ont été invitées à participer à l'étude. Finalement, 10 équipes (130 joueurs) y ont participé.

Les participants ont été répartis de manière aléatoire en deux groupes :

- Groupe Intervention : 5 équipes de 64 joueurs dont 52 hommes et 12 femmes, pratiquant l'échauffement neuromusculaire.
- Groupe contrôle : 5 équipes de 66 joueurs dont 51 hommes et 15 femmes pratiquant leur échauffement classique/habituel.

L'Intervention consiste donc en un nouvel échauffement à dominante de contrôle neuromusculaire pour ces joueurs. Il était réalisé avant chaque entraînement pendant une durée de 20 minutes.

Ce protocole est constitué de 3 grandes parties :

- Partie I : course à pied combinée à des étirements actifs : constituée de 6 exercices
 - Course simple ;
 - Montée de genoux ;
 - Talons-fesses ;
 - Ouverture/fermeture de hanche ;
 - Croisement de jambes.
- Partie II : pliométrie, équilibre et force : constituée de 10 exercices comprenant chacun 3 niveaux de difficultés (notion de progression importante). Niveau 1 :
 - Marche en fentes ;
 - Saut vertical 2 jambes ;
 - Saut latéral 1 jambe ;
 - Saut vertical avec passe ;

- Chaise ;
- Gainage antérieur et latéral...
- Partie III : agilité comprenant 2 exercices à faire en duo en miroir
 - Miroir avant/ arrière ;
 - Miroir latéral.

Le protocole est détaillé en *Annexe 11*.

L'étude s'est déroulée sur une saison de basketball, d'octobre 2021 à mars 2022 plus précisément. Tout au long de l'étude, une collecte de données était réalisée chaque semaine afin de comptabiliser le nombre de blessures.

Pour qu'une blessure soit signalée, elle devait répondre à trois critères :

- 1) Blessure survenue lors d'un entraînement ou match organisé sur le terrain ;
- 2) Soins médicaux requis par un entraîneur sportif ou médecin certifié ;
- 3) Blessure entraînant une restriction de participation des joueurs pendant un ou plusieurs jours.

Les auteurs ont conclu que la mise en place d'un programme d'échauffement neuromusculaire à plusieurs composantes chez les joueuses provoque des effets favorables en réduisant par exemple l'incidence des entorses de cheville, par rapport à un programme d'échauffement classiquement conduit.

3.1.3.2 Bonato, 2018

“Neuromuscular training reduces lower limb injuries in elite female basketball players. A cluster randomized controlled trial”. [78]

Cette étude est un ECR en grappe à deux bras en groupes parallèles, ayant pour but de démontrer, qu'un échauffement neuromusculaire réduirait les blessures des membres inférieurs dans une population de joueuses d'élite.

17 équipes féminines de basketball d'élite de la première ligue nationale italienne ont été sollicitées en août 2015 pour participer à cette étude, 2 équipes ont décliné l'invitation.

C'est ainsi que 160 joueuses ont été randomisées dans deux groupes avec un ratio 1 pour 1 :

- Groupe d'intervention : 8 équipes et 86 joueuses pratiquant le protocole d'échauffement neuromusculaire.
- Groupe contrôle : 7 équipes et 74 joueuses pratiquant un échauffement classique/habituel.

Le protocole d'échauffement neuromusculaire (*Annexe 12*), réalisé avant chaque entraînement (4 fois/semaine durant 30 minutes), est composé de 5 parties différentes :

- Activation générale avec ballon de basket
 - Courir d'une ligne à l'autre, course avant/arrière, sprint...
- 7 exercices de mobilité et d'étirements dynamiques
 - Marche talon-fesse, fentes latérales, balancement de jambe...
- 4 exercices des renforcement général
 - Fentes multidirectionnelles, Nordic, gainage latéral...

- 4 exercices de pliométrie, d'équilibre et sauts
 - Sauts verticaux et latéraux, saut avant et saut unipodal...
- 5 exercices d'agilité avec ballon combinant course rapide, mouvements propres au basket et changements de directions soudains :
 - Cônes zigzag, exercices en ligne et sprint, passe-sprint et layup...

L'étude a porté sur une saison de basketball de la ligue nationale italienne, débutée le 4 octobre 2015 et terminée le 10 avril 2016.

Chaque blessure était enregistrée si elle survenait durant un entraînement ou un match, empêchant la joueuse de participer aux futurs entraînements et matchs.

Cette étude a, de plus, voulu objectiver une évolution de la force des membres inférieurs et du contrôle postural à l'issue de l'entraînement neuromusculaire.

Ils ont utilisé le CMJ³⁰ et le YBT³¹ avant et après la saison et ont comparé les résultats :

- En centimètre (cm) pour le CMJ ;
- En pourcentage (%) avec le score composite du YBT.

À la fin de cette étude, les auteurs concluent que l'introduction de cet échauffement est efficace dans la prévention des blessures chez les joueuses de basketball et devrait être inclus dans leur entraînement hebdomadaire.

3.1.3.3 LaBella, 2011

"Effect of neuromuscular warm-up on injuries in female soccer and basketball athletes in urban public high schools: cluster randomized controlled trial". [79]

Cette étude est un ECR ayant pour but de déterminer l'efficacité d'un échauffement neuromusculaire, dirigé par un entraîneur, sur la réduction des blessures du membre inférieur chez des athlètes (basketteuses et footballeuses) multi-ethniques et à revenus majoritairement bas.

En 2006, 258 coaches d'équipes féminines de soccer et de basketball des lycées publiques de Chicago ont été invités à participer à l'étude, 95 se sont finalement inscrits.

Les participantes ont été réparties en deux groupes :

- Groupe intervention : 54 équipes et 760 athlètes ;
- Groupe contrôle : 57 équipes et 798 athlètes.

L'intervention consistait en un échauffement neuromusculaire complet de 20 minutes mis en place avant chaque entraînement auquel s'ajoute une version abrégée mise en place avant chaque match.

Elle comprend 5 parties (*Annexe 13*) :

- Course ;
- Exercices dynamiques ;
- Exercices de force ;
- Exercices de pliométrie ;
- Exercices d'agilité.

³⁰ Countermovement Jump

³¹ Y-Balance Test

L'étude s'est déroulée lors de la saison de basketball 2006-2007 et tous les coachs ont relevés les blessures se produisant pendant un entraînement ou un match.

Ses auteurs suggèrent l'existence d'un lien entre l'échauffement neuromusculaire et la réduction du taux de blessure des membres inférieurs : ils insistent sur l'importance d'une régularité dès lors que celle-ci accroît l'efficacité du programme.

3.1.3.4 Eils, 2010

"Multistation proprioceptive exercise program prevents ankle injuries in basketball". [80]

Enfin, la dernière étude sélectionnée est un ECR dont l'objectif est d'évaluer l'efficacité d'un programme d'exercices proprioceptifs multistations sur la prévention des blessures de cheville (entorses) chez des basketteurs.

C'est ainsi que 35 équipes et 232 joueurs de basket-ball des ligues allemandes (de la 7^{ème} à la 1^{ère} ligue) ont été sélectionnés pour participer.

Finalement, 198 joueurs ont été enrôlés dans cette étude et répartis en 2 groupes :

- 102 joueurs ont été affiliés au groupe contrôle qui n'exercera pas l'intervention ;
- 96 joueurs ont été affiliés au groupe d'intervention qui pratiquera le programme proprioceptif multi-stations.

Parmi ces 2 groupes, 24 joueurs (11 du groupe contrôle et 13 du groupe d'intervention) ont été placés dans un sous-groupe sur lesquels, on pratiquera des tests biomécaniques.

Ces tests seront réalisés à l'aide d'une plateforme mesurant le balancement postural en position d'appui unipodal, avant et après la saison, afin d'objectiver l'influence du programme sur la performance neuromusculaire.

Par ailleurs, le programme proprioceptif multi-stations est un programme conçu en coopération avec l'École de physiothérapie de l'hôpital universitaire du Münster. Il était réalisé une fois par semaine sur une durée de 20 minutes.

Ce programme est constitué de 6 exercices, chacun comprenant 2 variations de progression :

- Exercice 1 : Marche arrière lente (1 pas = 3 secondes) sur une poutre d'équilibre.
- Exercice 2 : Équilibre unipodal, jambe controlatérale fléchie combinée à des mouvements du tronc.
- Exercice 3 : Saut d'une jambe à l'autre, contrôle de la réception pendant 4 secondes.
- Exercice 4 : Marche sur pente inclinée tout en effectuant des passes de ballons à un partenaire.
- Exercice 5 : Équilibre unipodal avec la jambe controlatérale effectuant des élévations contre résistance élastique.
- Exercice 6 : Équilibre unipodal sur plateau d'inversion/éversion avec la jambe controlatérale reposant sur une surface inclinée, et cela sans s'enfoncer.

Les détails et variations des 6 exercices du programme sont illustrés sur la *Figure 28*.

Cette étude a également voulu objectiver l'évolution du balancement postural mesuré en millimètre (mm) grâce au Single Leg Stance (*Cf. 1.4.4 Diagnostic*) effectué sur une plateforme de pression (*Figure 27*).

De plus, le « Joint position Sens » (*Cf. 1.4.4 Diagnostic*) a aussi été évalué avec des tests de repositionnement articulaire, sur un appareil positionnant passivement l'articulation à 10° de flexion dorsale et 15° de flexion plantaire. Cet appareil est doté d'un électrogoniomètre pour mesurer les angles (*Figure 27*).

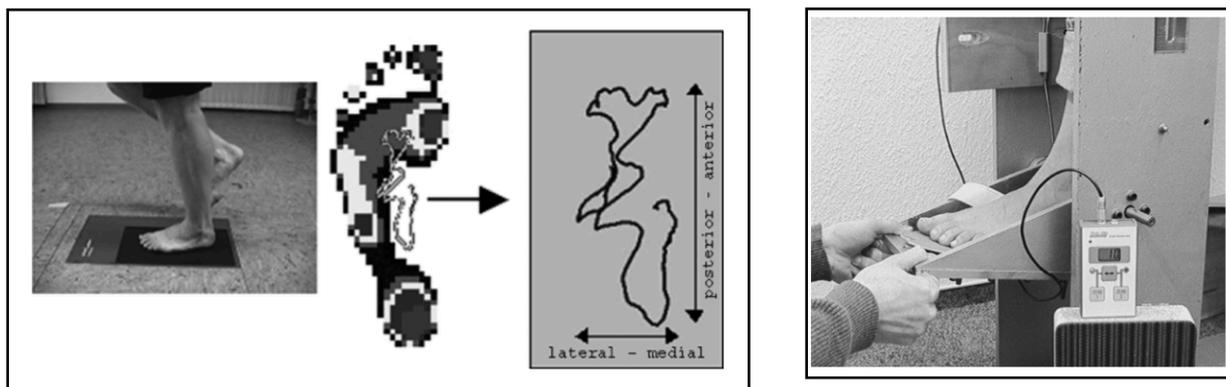


Fig. 27 : plateforme de pression et plateforme avec électrogoniomètre [80]

Exercise 1	Exercise 2	Exercise 3	Exercise 4	Exercise 5	Exercise 6
<p>Basic Exercise: Walking slowly back and forth on a balance beam (1 step=3 seconds). The contralateral leg swings through and nearly touches the ground</p> <p>Variation 1: Walking faster than before on the balance beam. Way back: slowly with same execution as above.</p> <p>Variation 2: Stance on a balance beam. The contralateral leg moves a basketball that lies on the ground in circles. Focus on the supporting leg.</p> 	<p>Basic Exercise: Single leg stance on exercise mat with the contralateral leg flexed. Lower and raise the body. Distribute load on the foot. Only small knee movements to the left and right are allowed.</p> <p>Variation 1: Single limb stance as above opposite to a partner. A basketball is passed to the partner. After catching the ball, the position is controlled for 2 seconds. Pass the ball back and forth.</p> <p>Variation 2: Single leg stance on a soft mat. Balance a ball (tennis ball, basketball) on the dorsum of the elevated contralateral foot.</p> 	<p>Basic Exercise: Jump from one leg to the other on an exercise mat and control landing for 4 seconds. Raise the contralateral leg</p> <p>Variation 1: Jump from one leg to the other (exercise mat) with a partner. Disturb each other during the flight phase (hand contact) and control the landing and stance for 4 seconds.</p> <p>Variation 2: As before, but on a soft mat.</p> 	<p>Basic Exercise: Walk up and down an inclined surface and dribble the ball.</p> <p>Variation 1: Walk on inclined surface up and down and dribble the ball. In addition, an elastic strap is wrapped around the knees. Walk forwards and backwards. Focus on wide steps.</p> <p>Variation 2: Walk up and down an inclined surface. An opposite partner is doing the same. Pass the ball between partners and move up and down with only the forefoot in ground contact.</p> 	<p>Basic Exercise: Maintain balance in single-leg stance elevating the contralateral leg against resistance of an elastic strap.</p> <p>Variation 1: Maintain balance in single-leg stance (eyes closed) elevating the contralateral leg against resistance of an elastic strap.</p> <p>Variation 2: Maintain balance in single-leg stance moving the contralateral leg sideways against resistance of an elastic strap. Evert the lateral edge of the contralateral foot.</p> 	<p>Basic Exercise: Maintain balance on single-leg stance on inversion-eversion tilt board. The contralateral leg is rested on an inclined surface nearly without being loaded.</p> <p>Variation 1: The same as above with a partner. Pass the ball and control stance after catching the ball.</p> <p>Variation 2: Maintain balance in single-leg stance on inversion-eversion board. The contralateral leg is elevated.</p> 

Fig. 28 : extrait du programme proprioceptif d'Elis et al. [80]

L'étude s'est déroulée sur une saison de basket-ball et toutes les blessures ont été enregistrées en utilisant un questionnaire spécifique.

Pour les entorses de cheville, davantage d'informations (circonstances, sévérité et diagnostic médical) ont été demandé afin d'éviter les biais.

Une blessure était constituée de tout événement mettant fin à l'activité de basket-ball en cours et empêchant la participation à la prochaine activité programmée.

Les auteurs ont conclu un lien significatif entre un programme d'exercices proprioceptifs et une baisse d'entorses de cheville chez des basketteurs, avec une influence directe sur les performances neuromusculaires.

Études	Schéma d'étude	Participants		Critères Inclusion	Critères Exclusion	Groupe Intervention	Groupe Contrôle	Fréquence / Durée	Outcome(s)	Score PEDro
		Taille de l'échantillon	Âge et sex ratio							
Stojanović 2022	ECR en grappe	N = 10 équipes n = 130 GI= 66 GC= 64	GI= 21,6 ± 2,5 H/F = 51/15 GC= 21,6 ± 2,6 H/F = 52/12	Age > 16 ans / > 2 ans d'expérience dans l'entraînement et la compétition organisée / 2 séances par équipe sur terrain par semaine / Non impliquée dans un programme de prévention / Sans blessures au début de l'étude		Échauffement RNM en 3 parties : - Course et étirements actifs ; - Pliométrie, équilibre et force ; - Agilité.	Échauffement classique (Étirements statiques, dribble, passe, réception, tir...)	20 min avant chaque entraînement Saison 2021-2022	-Nb de blessure ; -Incidence / 1000 AEs** ; -Incidence / pour 1000h.	5 /10
Bonato 2018	ECR en grappe	N= 17 équipes n = 160 GI= 86 GC= 74	GI= 20 ± 2 GC= 20 ± 1 H/F = 0/160	Age ≥ 18 ans / Pratiquer 4x/sem des séances ≥ 2h	Antécédents de blessure aux mb inf / Antécédents d'intervention chirurgicale au cours des 6 mois précédant le test / Avoir été exposé antérieurement à un entraînement RNM	Échauffement RNM en 5 parties : -Course ; - Mobilité et étirements dynamiques ; -Renforcement global ; -Pliométrie, équilibre et saut ; -Agilité avec ballon.	Échauffement classique (Étirements dynamiques, exercices en équipe et aérobiques)	30 min avant chaque entraînement (4x/sem) Saison 2015-2016	-Nb de blessure ; -CMJ (cm) ; -YBT score composite.	4 /10

Études	Schéma d'étude	Participants		Critères Inclusion	Critères Exclusion	Groupe Intervention	Groupe Contrôle	Fréquence et durée	Outcome(s)	Score PeDRO
		Taille de l'échantillon	Age et sex ratio							
LaBella 2011	ECR	N= 111 équipes n = 1558 GI= 760 GC= 798	*GI= 16,19 ±1,53 *GC= 16,22 ± 1,06 H/F = 0/1558	Autorisation parentale pour la diffusion de données personnelles*		Échauffement RNM en 3 parties : -Course ; -Exercices dynamiques ; -Exercices de force ; -Exercices de pliométrie ; -Exercices d'agilité.	Échauffement classique	20 min avant chaque entraînement + version abrégée avant chaque match Saison 2006-2007	-Nb de blessures ; -Incidence / 1000 AEs.	6 /10
Eils 2010	ECR	n = 198 GI= 96 GC= 102	GI= 22,6 ± 6,3 H/F = 49/32 GC= 25,5± 7,2 H/F = 54/37	Consentement signé / Sujets sans blessures	Sujets portant des dispositifs de stabilisation externe / Questionnaires non retournés / Participation antérieure à un programme similaire	Échauffement RNM combinant renforcement progressif, pliométrie, équilibre et agilité.	Échauffement classique	20 min 1 fois/semaine 1 saison de basketball	-Nb de blessures ; -Incidence / 1000 SP*** ; -Balancement postural (mm).	5 /10

Tableau VII : résumé des caractéristiques des quatre études incluses dans cette revue de littérature

*Ces données font référence à une partie des athlètes (855) incluses dans l'étude, qui ont obtenu l'autorisation parentale de diffuser des informations personnelles. Celles-ci ne sont donc pas représentatives de l'ensemble de l'échantillon sélectionné.

**Athlete-Exposures

***Sport Participation

3.2 Risque de biais des études incluses

3.2.1 Échelle PEDro

Afin d'évaluer la qualité méthodologique des études nous allons utiliser l'échelle PEDro (*Annexe 10*) déjà décrite dans la partie *Méthode* du présent document.

Cette échelle est basée sur la liste de Delphi, elle-même basée sur un « consensus d'experts » et non sur des données empiriques. Elle nous permet d'identifier les études ayant une bonne validité interne et suffisamment de données statistiques afin de rendre leurs résultats interprétables.

- Le critère 1 est relatif à la validité externe de l'étude : c'est « l'applicabilité » ou « généralisabilité » des résultats obtenus.

- Les critères 2 à 9 sont relatifs à la validité interne et permettent d'identifier :
 - Les biais de sélection (2 à 4) ;
 - Les biais de performance (5 et 6) ;
 - Les biais de détection (7) ;
 - Les biais de suivi (8) ;
 - Les biais d'attrition (9) ;
 - Les biais de mesure (10 et 11).

- Les critères 10 et 11 sont quant à eux relatifs à la pertinence des études (données statistiques suffisantes pour rendre les résultats interprétables).

Pour rappel l'échelle PEDro est constituée de 11 critères mais est uniquement évaluée sur les critères 2 à 11 nous amenant à un score basé sur 10 points.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	SCORE
Stojanović	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✓	5 /10
Bonato	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✓	4 /10
LaBella	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓	6 /10
Eils	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✓	5 /10

Tableau VIII : évaluation des biais méthodologiques par l'échelle PEDro

3.2.2 Synthèse des biais rencontrés

- **Validité externe**

L'item 1 est satisfait si on retrouve dans l'étude, la source de recrutement des sujets ainsi que les critères d'éligibilité des participants (critères d'inclusion, non-inclusion et/ou exclusion).

Pour ce qui est des quatre études retenues dans cette revue, elles remplissent bien ce critère.

Néanmoins, ce critère n'étant pas inclus dans le score final, le point attribué ne sera pas comptabilisé.

- **Validité interne**

Biais de sélection : les items 2 à 4, relatifs aux biais de sélection, nous permettent de savoir s'il y a bien eu une randomisation³² (répartition aléatoire) des sujets, si celle-ci respectait l'assignation secrète et si les groupes (intervention et contrôle) sont suffisamment comparables avant l'intervention (pas d'asymétrie initiale).

Toutes les études ont respecté un protocole de randomisation, leur permettant de valider le 2^{ème} item. Néanmoins, aucune des études n'a mentionné avoir effectué une assignation secrète, de sorte que le 3^{ème} item n'est pas comptabilisé.

Pour satisfaire l'item 4, il faut au minimum que l'article mentionne une mesure de la gravité de l'affection traitée et une mesure sur l'un des critères de jugement au début de l'étude.

Seule l'étude de Bonato et al. n'a pas respecté cet item.

Ainsi, on constate que les études présentent toutes un biais de sélection, relatif au 3^{ème} critère de l'échelle. On peut considérer que ce biais est majoré pour l'étude de Bonato et al. qui ne remplit donc que le 2^{ème} critère sur les 3 relatifs aux biais de sélection.

Biais de performance : les items 5 et 6 font référence à la mise en aveugle des sujets et thérapeutes. Ces items sont difficiles à valider car les basketteurs ont bien conscience qu'ils pratiquent un nouvel échauffement, différent de leur échauffement habituel. Quant aux thérapeutes, qui établissent entre autres l'intervention, ils doivent former les coachs aux nouveaux protocoles et vérifier leur bon déroulement.

Biais de détection : l'item 7 fait référence à la mise en aveugle des évaluateurs. Comme pour les items 5 et 6, cela est compromis. En effet, dans les études, les blessures sont relevées soit par les coachs soit par un membre du staff (docteur, kiné...) qui ont, soit créé les protocoles, soit été formé à les mettre en place durant des séminaires ou formations.

Ainsi, toutes les études présentent des biais de performance et de détection.

Biais de suivi : l'item 8 est validé si l'étude mentionne, d'une part, le nombre initial de participants et, d'autre part, le nombre de participants auprès de qui ont été finalement obtenues des mesures pour le critère de jugement. Il est nécessaire d'obtenir des mesures pour 85% des sujets présents initialement. C'est ainsi que le risque de présenter ce biais augmente avec les perdus de vue³³ et exclus de l'étude. Dans le cas de cette revue, les 4 études remplissent ce critère, il n'y a pas de biais de suivi.

Biais d'attrition : l'item 9 requiert une analyse « en intention de traiter » signifiant que même si des résultats ont été obtenus pour des sujets n'ayant pas reçu le bon traitement, l'analyse a été effectuée comme telle. Cet item permet d'identifier si les sujets pour lesquels on dispose de résultats ont bien reçu le traitement ou le contrôle.

On constate que seule l'étude de LaBella et al. a rempli ce critère, ainsi on note la présence d'un biais d'attrition pour les 3 autres études.

³² La **randomisation** est un terme de statistiques désignant une méthode de répartition fondée sur le hasard (*random*, en anglais).

³³ Lors d'un essai thérapeutique, certains sujets entrés dans l'étude ne peuvent pour des raisons diverses faire l'objet d'une évaluation à la fin de la période d'observation prévue par le protocole. Ces cas correspondent à ce que l'on appelle des perdus de vue.

Biais de mesure : pour toutes les études incluses dans cette revue de littérature, on retrouve une comparaison statistique intergroupe (GI et GC) relative à l’item 10, ainsi qu’une estimation de l’effet du traitement et de la variabilité relative à l’item 11.

3.3 Effet de l’intervention sur l’incidence des entorses de cheville

L’objectif de cette revue de littérature est de mesurer la taille de l’effet des résultats des quatre études sélectionnées.

Le critère de jugement de cette revue de littérature représente l’incidence/nb des entorses de cheville chez les basketteurs. En effet, chacune des études évalue l’effet d’un échauffement à dominante de reprogrammation neuromusculaire sur la prévention des entorses de cheville.

C’est pourquoi, nous voulons évaluer l’efficacité de la reprogrammation neuromusculaire grâce à la comparaison statistique intergroupe (GI et GC) du critère de jugement dans les études.

Dans le tableau suivant, nous avons résumé les différentes données statistiques disponibles dans les études incluses.

Étude		Nombre d’entorses	IR pour 1000 AEs	RR (IC 95%)	p
Stojanović 2022	GC	11	1,43	0,26 [0.05, 0.98]	0,02
	GI	3	0,37		
Bonato 2018	GC	26	-	-	0,507
	GI	9	-		
LaBella 2011	GC	17	0,74	0,34 [0.14, 0.81]	0,01
	GI	7	0,25		
Elis 2010	GC	21	4,31	0,355 [0.151, 0.835]	0,018
	GI	7	1,53		

Tableau IX : récapitulatif des résultats et données statistiques pour chaque étude

Nous avons pu recueillir pour toutes les études :

- Le nombre d’entorses de cheville pour chaque groupe ;
- La valeur « p ».

Puis, nous avons pu recueillir pour toutes les études sauf Bonato et al :

- L’incidence des entorses de cheville pour 1000 AEs ;
- Le Risque Relatif (RR).

Ainsi, il est important d’approfondir certaines données statistiques notamment le Risque Relatif (RR) et la valeur « p » significative.

• **Le Risque Relatif (RR)** correspond à la probabilité qu'un événement (ici l'entorse de cheville) se produise dans le groupe interventionnel par rapport au groupe contrôle [81]. Il permet une comparaison entre deux groupes, ici exposé et non exposé à la reprogrammation neuromusculaire.

On considère 3 possibilités :

- RR = 1 : pas de différence objectivée entre les deux groupes (l'intervention n'a eu aucun effet sur le critère de jugement).
- RR < 1 : L'intervention entraîne une diminution des entorses (facteur protecteur).
- RR > 1 : L'intervention entraîne une augmentation des entorses (facteur de risque).

Il est important de relever l'intervalle de confiance à 95% du risque relatif (IC 95%). Cet intervalle permet de définir des bornes de part et d'autre du résultat obtenu sur un échantillon. Ainsi, un intervalle de confiance à 95% correspond à une fourchette de valeurs dans laquelle les résultats peuvent être appliqués à une population plus générale avec une probabilité de 95% ou 0,95.

• **La valeur « p »** représente la pierre angulaire des tests statistiques, elle permet de définir un seuil de significativité afin de déterminer si oui ou non les résultats sont bien significatifs et non dus au hasard. Cette valeur peut être comprise entre 0 et 1 mais le seuil de significativité est très souvent placé à 5% ou 0,05 [82] :

- Si $p > 0,05$ le résultat n'est pas statistiquement significatif : on ne peut pas conclure de différence.
- Si $p \leq 0,05$ le résultat est statistiquement significatif : on peut conclure à une différence.

En effet, dans les quatre études sélectionnées, il est précisé que les résultats sont significatifs uniquement si $p > 0,05$.

Ainsi pour les études de Stojanović, LaBella et Eils, on obtient un RR toujours strictement inférieur à 1 ce qui signifie que l'intervention a joué un rôle protecteur en entraînant une diminution des entorses de cheville dans le groupe interventionnel. De plus, chaque intervalle de confiance comprend des valeurs strictement inférieures à 1, ce qui signifie que l'intervention a toujours un effet bénéfique.

Pour ces mêmes études, on retrouve une valeur « p » largement inférieure à 0,05 avec pour Stojanović, LaBella et Eils une valeur $p = 0,02/0,01/0,018$ respectivement.

Ainsi, on peut conclure qu'il existe bien une différence significative entre les groupes interventionnels et de contrôle qui ne peut pas être attribuée au hasard.

Seule une étude - l'étude de Bonato et al. [78] - disposant que de peu de données statistiques - possède une valeur « p » supérieure au seuil 0,05 avec $p = 0,507$.

Nous ne pouvons alors pas conclure à une différence statistique significative entre les deux groupes, ce qui signifie que nous ne pouvons pas établir de lien direct entre la différence du nombre d'entorses et la reprogrammation neuromusculaire.

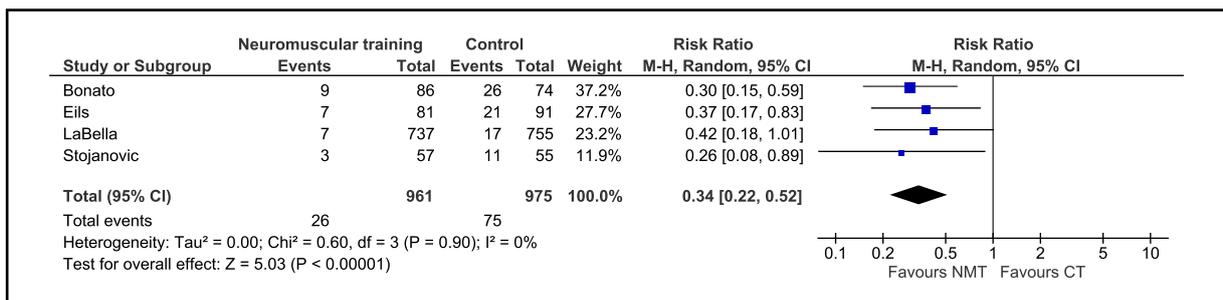


Fig. 29 : forest plot général

L'extraction des données des études nous a permis de modéliser un Forest plot avec le logiciel Review Manager 5.4. Ainsi, il nous permet une vision plus globale avec les différents intervalles de confiance à 95% de chaque étude.

On analysera plus en détail ce *Forest Plot*, par la suite, dans la partie *Discussion* du présent document.

4 Discussion

À titre préliminaire, il me paraît pertinent de mentionner l'étude d'Emery et al. [72] : « *The "SHRed Injuries Basketball" Neuromuscular Training Warm-up Program Reduces Ankle and Knee Injury Rates by 36% in Youth Basketball* ».

Cette étude parue en 2022 est très intéressante vis-à-vis du modèle de L'Evidence Based Practice (EBP) dans le domaine de la reprogrammation neuromusculaire.

Néanmoins, cette étude n'a pu être incluse dans cette revue de littérature. En effet, lors de la sélection des études éligibles basée sur le modèle de recommandations PRISMA (Cf.2.3.1 *Sélection des études*), elle a été exclue lors de la dernière étape à la suite de la lecture du texte intégral.

En effet, seuls les résultats englobant les blessures de cheville et du genou étaient disponibles. Nous n'avions donc pas de résultats propres aux blessures de cheville et plus particulièrement aux entorses de chevilles, point clé de cette méta-analyse.

En outre, le protocole « SHRed Injuries Basketball³⁴ », protocole récent (2022), reste très complet et élaboré dans le domaine de la reprogrammation neuromusculaire. En effet, c'est un programme d'échauffement effectué en prévention sur des jeunes basketteurs / euses à Calgary au Canada. Ce protocole d'exercice dure 10 minutes et a été effectué avant chaque entraînement (3x par semaine). Il est constitué de 4 parties comportant en tout 13 exercices avec pour certains, deux niveaux de difficultés. Une ébauche du programme « SHRed Injuries Basketball est disponible » en *Annexe 9*.

Ce programme a permis une réduction de 36% du nombre de blessures de cheville et genou chez les basketteurs, ce qui n'est pas négligeable.

En effet, on obtient un Risque Relatif : RR = 0.64 [0.51, 0.79], démontrant l'effet protecteur du programme sur les blessures de cheville et de genou traduisant un réel effet préventif du programme. (Cf. 3.3 *Effet de l'intervention sur l'incidence des entorses de cheville*)

4.1 Analyse des principaux résultats

Tout au long de leur vie, les sportifs de haut niveau voient leur carrière soumise à rude épreuve. La performance, centre de leur préoccupation, est menacée en permanence par le risque de blessure, qui, soudaines, brutales et rapides demeurent encore largement imprévisibles. Une entorse de cheville peut survenir en seulement 30 millisecondes (ms) et faire obstacle aux entraînements et performances sportives pendant plusieurs semaines.

Dès lors que l'objectif majeur de tout soignant est d'éviter au maximum les blessures, notamment les entorses de cheville, la prévention s'inscrit au cœur du parcours de soin.

Cette revue de littérature analyse la reprogrammation neuromusculaire comme stratégie de prévention des entorses chez le basketteur.

³⁴ Cf. 1.5.2 *Et la reprogrammation neuromusculaire dans tout ça ?*

On peut alors se remémorer la question soulevée en introduction : « *Un travail proprioceptif quotidien peut-il vraiment faire une différence et permettre aux basketteurs, comme Stephen Curry, d'éviter les entorses de cheville ?* ». (Cf. 1. Introduction)

Les études analysées ici semblent s'accorder sur un réel effet préventif de la reprogrammation neuromusculaire, mais que valent ces résultats ? Peut-on les interpréter, les généraliser à la population, et en particulier à un public de sportifs amateurs ?

C'est ainsi que nous allons essayer d'éclaircir ces problématiques avec une analyse plus poussée dans chaque étude.

4.1.1 Stojanović et al. 2022

Cette étude est la plus récente incluse dans cette revue de littérature : elle introduit un protocole de reprogrammation neuromusculaire à l'échauffement chez des basketteurs.

On remarque une bonne comparabilité entre groupe contrôle (n = 64) et interventionnel (n = 66).

Pour chaque groupe on dispose d'une même tranche d'âge et d'un ratio H/F très proche (*Tableau VII*).

À l'issue de cette étude, on observe une diminution de 71% des blessures du membre inférieur et plus précisément de 74% des entorses de cheville. En effet, seulement 3 entorses de cheville ont été enregistrées dans le groupe interventionnel contre 11 dans le groupe contrôle.

Les résultats ont démontré une diminution des entorses de cheville dans le groupe interventionnel à la fin de la saison : avec un taux d'incidence de 0,37 contre 1,43 pour 1000 AEs pour le groupe contrôle. La taille d'effet peut être évaluée avec le « Risque Relatif » : RR. Celui-ci est égal à 0.26 [0.05, 0.98], donc inférieur à 1, de sorte que l'intervention a eu un effet préventif sur les entorses. (Cf. 3.3 *Effet de l'intervention sur l'incidence des entorses de cheville*)

Malgré ces résultats conséquents, cette étude ne valide que 5 critères sur les 10 de l'échelle PEDro, nous alertant sur la présence de biais méthodologiques (*Tableau VIII et X*) pouvant limiter la portée des résultats. En effet, cette étude comporte :

- Un biais de sélection (pas d'assignation secrète) ;
- Des biais de performance dès lors que les sujets et les thérapeutes n'étaient pas en aveugle et avaient conscience de l'introduction d'un nouveau programme d'échauffement ;
- Un biais de détection puisque les évaluateurs n'étaient pas non plus en aveugle puisqu'ils font partie de l'équipe d'encadrement des joueurs ;
- Un biais d'attrition car l'analyse n'a pas été effectuée en intention de traiter (Cf. 3.2.2 *Synthèse des biais rencontrés*).

Enfin, certaines limites, sources de biais, doivent être explicitées :

- Tout d'abord les résultats analysés sont représentatifs des joueurs de niveau régional, ce qui signifie qu'ils ne peuvent pas être généralisés à des équipes de niveaux supérieurs subissant de plus grosses charges d'entraînement et de matchs durant la saison. En effet, les données statistiques disponibles ont été recueillies chez 8 équipes (6 équipes masculines et 2 équipes féminines) représentant un faible échantillon de joueurs.

Ainsi, trop peu de blessures ont été observées pour disposer de leurs caractéristiques précises (mécanisme, circonstances, contexte d'exposition, etc.). Un échantillon plus large permettrait une comparaison intergroupe plus précise et une généralisation des résultats chez des joueurs de basket-ball de différents niveaux.

• Par ailleurs, chaque équipe affectée au groupe contrôle (5 équipes) a effectué son échauffement habituel et non pas un échauffement standardisé pour tous.

En effet, l'auteur mentionne que l'échauffement dit « classique » variait selon les équipes et précise qu'il doit être constitué de divers exercices techniques centrés sur le dribble, la passe, la capture et le tir de ballon auxquels s'ajoutent des étirements statiques.

• Enfin, l'efficacité individuelle de chaque composant du programme d'entraînement neuromusculaire n'a pu être objectivée, permettant d'établir lequel demeure le plus efficace dans la prévention des blessures.

Pour cette étude, aucun conflit d'intérêt potentiel n'a été signalé par les auteurs.

En ce qui concerne le financement, les auteurs ont indiqué qu'aucun financement n'était associé aux travaux présentés dans cet article.

4.1.2 Bonato et al. 2018

Cette étude, en date de 2018, nous permet de nuancer nos résultats, puisqu'elle demeure la seule qui n'a pas obtenu de résultats statistiquement significatifs à proprement parler.

Tout d'abord, cette étude ne dispose que de peu de données statistiques à analyser, rendant difficile l'interprétation des résultats. En effet, nous devons établir des conclusions uniquement à partir du nombre d'entorses et de la valeur « p ». On remarque une diminution du nombre d'entorses dans le groupe d'intervention (n=9) par rapport au groupe contrôle (n=26).

À l'aide du *Forest plot* produit, nous avons pu toutefois obtenir la valeur du Risque Relatif : RR = 0.30 [0.15, 0.59]. Celui-ci étant inférieur à 1, il nous permet de constater que l'intervention a eu un effet protecteur sur l'apparition d'entorses de cheville. Néanmoins, ces résultats ne peuvent pas être considérés comme significatifs car la valeur p = 0,507, largement supérieure à 0,05, signifie que la différence du nombre d'entorses ne peut être dû au protocole de reprogrammation neuromusculaire appliqué. (Cf. 3.3 *Effet de l'intervention sur l'incidence des entorses de cheville*)

En effet, l'étude mentionne n'avoir décelé aucune différences statistique dans les entorses de cheville, mais des différences intergroupe statistiquement significatives pour les entorses du genou (p = 0,037) et les lésions du LCA (p = 0,038) donc des blessures localisées au niveau du genou.

Il nous est alors possible de remettre en cause le protocole neuromusculaire ciblant hypothétiquement davantage le contrôle moteur du genou par rapport à celui de la cheville (*Annexe 12*).

Par ailleurs, cette étude évalue également l'effet du programme sur la hauteur (cm) du CMJ (*Source 29*), ainsi que sur l'évolution du score composite du YBT (%) (*Source 30*). Comme expliqué dans l'introduction (Cf.1.1.3 *Facteurs de risque*), nous savons que le contrôle postural dynamique est essentiel à la stabilité de la cheville et qu'un déficit de celui-ci représente un des facteurs de risque d'entorse de cheville.

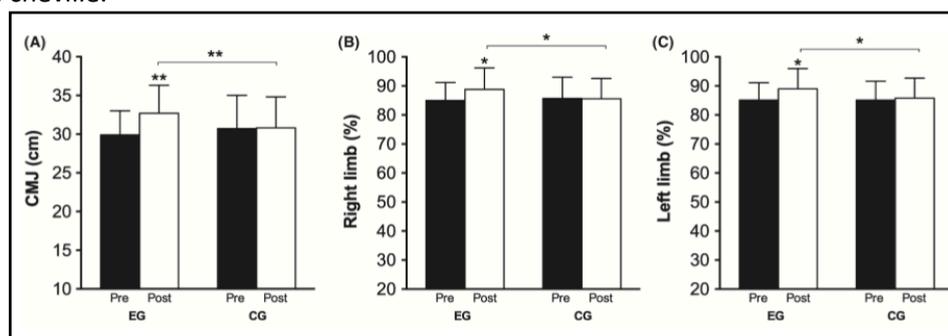


Fig. 30 : résultats des tests au CMJ et YBT dans l'étude de Bonato et al. [78]

Les résultats ont démontré une amélioration du CMJ (+9,4%) ainsi que du score composite YBT (+4,4% à droite / +3,0% à gauche) (*Figure 30*). De plus, ceux-ci sont statistiquement significatifs avec $p < 0,0001$ pour le CMJ et $p = 0,001 / 0,003$ respectivement à droite et à gauche pour le score YBT. Ainsi, malgré l'absence d'effet sur les entorses, ce programme demeure efficace dans l'amélioration du contrôle postural, clé de la stabilité de cheville.

Malgré cela, elle possède le plus petit score PEDro de cette revue de littérature avec un score égal à 4/10. On retrouve les mêmes biais méthodologiques que dans l'étude de Stojanović (*Tableau VIII et X*) auquel s'ajoute un biais de sélection supplémentaire relatif à la non comparabilité des groupes au départ (*item 3 de l'échelle PEDro*).

Les auteurs s'accordent sur l'efficacité de leur échauffement neuromusculaire chez les joueurs de basket-ball. Ne nécessitant aucun coût supplémentaire, il peut donc facilement être ajouté à titre préventif à l'entraînement hebdomadaire des joueuses.

Néanmoins, ils mentionnent 3 éléments pouvant constituer des limitations :

- Premièrement, ils considèrent que l'étude portait sur une durée trop courte (1 seule saison), ce qui ne nous permet pas de déterminer si les coachs peuvent le mettre en place durablement sur plusieurs saisons, ou s'il nécessite une ré-actualisation afin de maintenir une compliance.
- Deuxièmement, n'ayant eu aucun abandon, ils n'ont pas pu analyser un éventuel effet de survie.
- Troisièmement, et de même que l'étude de Stojanović, il n'a pas été possible d'identifier quels éléments du programme en particulier étaient responsables des résultats observés.

Les auteurs ne nous renseignent pas sur un éventuel conflit d'intérêt mais affirment qu'aucune assistance financière n'a été reçue pour ce projet.

4.1.3 LaBella et al. 2011

L'étude de LaBella et al. recense un nombre d'entorses de cheville moindre dans le groupe ayant effectué un échauffement à dominante neuromusculaire avec un ratio de 7 pour 17 dans le groupe contrôle. À cela s'ajoute l'incidence des entorses de cheville, nettement inférieure dans le groupe d'intervention (0,25 / 1000 AEs) que dans le groupe contrôle (0,74 / 1000 AEs).

Ces résultats sont directement liés au programme d'entraînement ajouté, avec une valeur $p = 0,01$ largement inférieure à 0,05 et donc des résultats statistiquement significatifs, ne pouvant pas être associés au hasard. (*Cf. 3.3 Effet de l'intervention sur l'incidence des entorses de cheville*)

À l'issue de l'intervention, les auteurs attestent que les athlètes présentaient une réduction de 66% des entorses de cheville, constituant un pourcentage tout de même considérable.

Néanmoins, les auteurs ont obtenu un Risque Relatif (RR) différent de celui obtenu par le logiciel Review Manager 5.4 lors de la réalisation du Forest Plot (*Figure 29*).

Le RR fournit par les auteurs est de 0.34 [0.14, 0.81] tandis que celui obtenu avec le Forest Plot est de 0.42 [0.18, 1.01]. L'intervalle de confiance à 95% (IC 95%) croisant la valeur 1 signifie que l'intervention peut aussi avoir un effet nul et pas uniquement un effet bénéfique sur l'apparition des entorses de cheville.

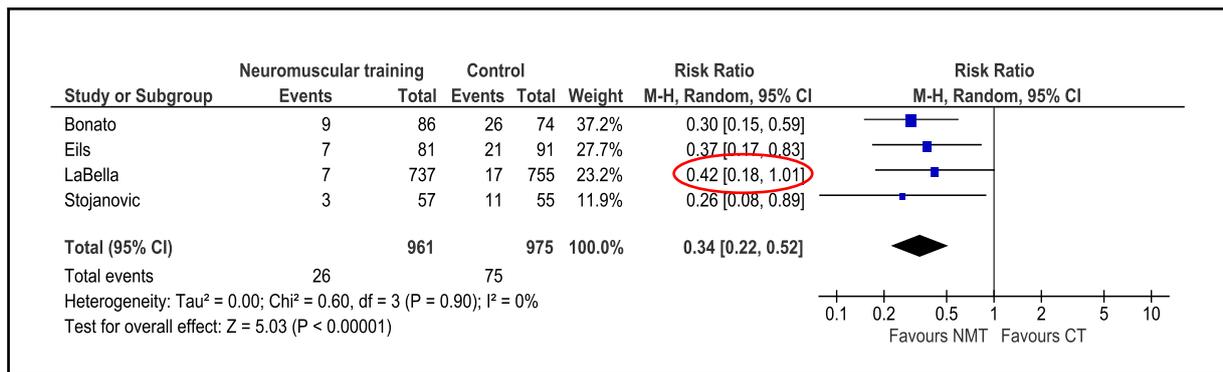


Fig. 29 : forest plot général

L'étude de LaBella est celle qui obtient le score PEDro le plus élevé (PEDro = 6/10) des quatre études retenues pour cette revue de littérature.

Elle comporte tout de même un biais de sélection, deux biais de performance et un biais de détection (Tableau VIII et X) mais elle demeure la seule étude à ne pas comporter de biais d'attrition (item 9 de l'échelle PEDro) grâce à son analyse effectuée « en intention de traiter ».

Certaines limites présentes dans cette étude doivent toutefois être mentionnées :

- Pareillement à l'étude de Bonato et al., les auteurs considèrent l'évaluation du programme sur une seule saison, jugée trop courte pour savoir si les entraîneurs pourront par la suite maintenir le programme de manière cohérente sur les futures saisons.

De plus, l'échauffement établi n'a pas pu être vérifié chez chaque entraîneur du fait du grand nombre d'entre eux on rappelle que 90 coachs ont finalement complété l'intervention.

- De plus, l'analyse de la relation dose-réponse demeure limitée. Une étude plus vaste pourrait examiner plus précisément l'interaction entre les co-variables et l'intervention, afin d'identifier les athlètes nécessitant davantage de reprogrammation neuromusculaire et permettre aux entraîneurs d'élaborer des stratégies de prévention ciblées.

Il serait nécessaire d'approfondir les recherches, au moyen d'une observation de la conformité des échauffements pour chaque équipe sur plusieurs saisons. Dans ces conditions, on pourrait déterminer les exercices les plus essentiels et la fréquence d'exposition nécessaire à l'obtention d'effets positifs sur les entorses de cheville.

- En outre, les auteurs se sont heurtés à une grande difficulté face à l'obtention du consentement des tuteurs des athlètes lycéennes. Ainsi, ils disposent d'informations personnelles seulement pour 855 athlètes sur les 1558 présentes, représentant un sous-ensemble de sujets potentiellement non représentatifs de l'échantillon global.

- Par ailleurs, certaines blessures pourraient ne pas avoir été comptabilisées dès lors que l'intervention se déroule dans des lycées publics de Chicago où les athlètes n'ont pas tous accès aux soins médicaux. Ainsi, certains dossiers demeurent inexistantes pour certaines blessures. Les données disponibles sur les blessures sont sujettes à un biais de rappel pour une partie des athlètes interrogés, non pas au moment de l'enquête, mais plusieurs semaines après les blessures.

- Enfin, l'absence de mise en aveugle des thérapeutes, athlètes et évaluateurs relatifs aux critères 7, 8 et 9 de l'échelle PEDro traduit la présence de biais de performance et de détection pouvant donner lieu à des biais dans le rapport et classification des blessures.

Les auteurs en sont arrivés à la conclusion que, pour éviter une blessure nécessitant une intervention chirurgicale, 189 athlètes devraient être exposés à ce programme d'entraînement neuromusculaire. Cela représente 16 entraîneurs de basket-ball à former et un coût global de 1 280 dollars. Ce coût est nettement inférieur au coût d'une opération chirurgicale étant estimée de 17 000 à 25 000 dollars.

Cette étude est le premier essai contrôlé randomisé indiquant que des entraîneurs de lycées urbains, avec des athlètes disposant pour la plupart de faibles revenus, peuvent mettre en œuvre un échauffement basé sur de la reprogrammation neuromusculaire réduisant les blessures et donc les coûts exorbitants des soins médicaux.

On constate un manque de transparence au sujet des éventuels conflits d'intérêts et du financement pour cette étude. En effet, aucun renseignement n'est fourni hormis cette phrase: "*Financial Disclosure: The neuromuscular warm-up is marketed as KIPP (Knee Injury Prevention Program) and was provided at cost.*"

Elle signifie que ce programme d'échauffement neuromusculaire est commercialisé sous le nom de KIPP (Knee Injury Prevention Program) et a été fourni au prix coûtant.

4.1.4 Eils et al. 2010

La dernière étude incluse dans cette revue de littérature est l'étude d'Eils et al. datant de 2010, elle s'intéresse également au potentiel effet d'un échauffement neuromusculaire sur la prévention des entorses de cheville chez les basketteurs.

On objective alors, à la fin de cette étude, une nette diminution des entorses de cheville dans le groupe interventionnel (n = 7) par rapport au groupe contrôle (n = 21), avec un taux d'incidence de 1,53 pour 1000 AEs contre 4,31 dans le groupe contrôle.

La taille d'effet représentée par le Risque Relatif : RR = 0.355 [0.151, 0.831] atteste de l'effet protecteur du programme sur les entorses de cheville, complétée par une valeur « p » = 0,018 largement inférieure à 0,05, traduisant une différence statistiquement significative due à l'intégration de l'échauffement neuromusculaire à la routine hebdomadaire des joueurs. (*Cf. 3.3 Effet de l'intervention sur l'incidence des entorses de cheville*)

En effet, à l'issue du programme proprioceptif multi-stations, on obtient une diminution des entorses de cheville avec un risque de blessure réduit de 35,5% chez les athlètes ayant complétés l'intervention.

Pour ce qui est des biais méthodologiques, l'étude d'Eils et al. possède un score PEDro = 5 /10 et comporte exactement les mêmes biais que l'étude de Stojanović et al. (*Tableau VIII et X*) :

- 1 biais de sélection (item 3) ;
- 2 biais de performance (items 5 et 6) ;
- 1 biais de détection (item 7) ;
- 1 biais d'attrition (item 9).

Dans l'ensemble, on peut remarquer une certaine similitude dans la méthodologie utilisée dans les quatre essais contrôlés randomisés. En effet, ils comportent pour la plupart les mêmes biais sur l'échelle PEDro.

Voici un récapitulatif des biais méthodologiques présents dans nos quatre études :

Biais	Sélection	Performance	Détection	Suivi	Attrition	Mesure
Stojanović	Présent	Présent	Présent	Absent	Présent	Absent
Bonato	Présent	Présent	Présent	Absent	Présent	Absent
LaBella	Présent	Présent	Présent	Absent	Absent	Absent
Eils	Présent	Présent	Présent	Absent	Présent	Absent

Tableau X : récapitulatif des biais des études incluses

L'étude de Eils et al. a aussi analysé les potentiels changements du balancement postural et du « Joint position Sense » à l'issue du programme. (Cf. 1.4.4 Diagnostic)

On remarque de véritables améliorations avec une diminution du balancement postural dans le groupe interventionnel ($p < 0,05$), signifiant une amélioration du contrôle postural statique.

Ces résultats sont associés à une meilleure sensibilité profonde objectivée lors du test de repositionnement où le degré d'erreur, entre la position initiale et la position reproduite par l'athlète, était significativement réduit dans le groupe interventionnel mais pas dans le groupe contrôle ($p < 0,05$).

Les auteurs suggèrent donc que l'intégration du programme proprioceptif réduirait l'incidence d'entorse de cheville chez des joueurs de basket-ball et conduirait également à augmenter les performances neuro-musculaires.

Cela signifie que l'amélioration de ces paramètres est intimement liée à la réduction des blessures et donc permet la prévention des entorses de cheville notamment chez des athlètes effectuant des mouvements potentiellement dangereux comme des sauts, atterrissages...

Il s'agit en effet, de la première étude à souligner directement une relation entre l'incidence des blessures et les altérations des performances neuromusculaires.

On peut remarquer une différence d'âge et d'activités entre les deux groupes :

- Groupe interventionnel en moyenne plus jeune (22,6 ans) et plus actif (3,5 fois/sem) ;
- Groupe témoin plus âgé (25,5 ans) et moins actifs (2,8 fois/sem).

Selon les auteurs, ces différences soulignent davantage les résultats dès lors que les individus du groupe interventionnel couraient un plus grand risque de blessure vis-à-vis de leur exposition plus accrue que le groupe témoin.

Finalement certaines limites sont présentes dans cette étude. En effet, comme dans plusieurs autres études incluses dans cette revue, il serait intéressant de savoir quels sont les exercices les plus efficaces au regard du gain proprioceptif et de la prévention des entorses de cheville.

Par ailleurs, serait-il possible de déterminer les caractéristiques et les points clés du programme afin d'adapter les exercices dans le but d'obtenir une efficacité maximale ?

Et enfin, cette étude rapporte uniquement une diminution des blessures de cheville mais ne propose pas d'informations à propos d'autres blessures. On pourrait ainsi se demander si la diminution des blessures à la cheville ne serait pas compensée par l'apparition d'autres blessures.

À ce sujet, les auteurs affirment ne pas avoir la capacité de répondre à cette question car les joueurs n'étaient interrogés qu'en cas de blessure à la cheville.

Cependant, une revue systématique Cochrane [83] portant sur des interventions visant à prévenir les blessures ligamentaires de cheville, n'a pas mentionné d'effets particuliers sur l'incidence d'autres blessures.

Ces informations supplémentaires peuvent signifier qu'il n'y a pas de déplacement significatif des blessures vers d'autres parties du corps.

Les auteurs attestent n'avoir aucun conflit d'intérêt ou conflit financier à divulguer. Néanmoins, aucune information concernant le financement de l'étude n'est disponible.

4.2 Applicabilité des résultats en pratique clinique

À l'issue de l'analyse plus ciblée des études présentes dans notre revue, on peut tout de même attester de l'efficacité des programmes d'échauffement axés sur la reprogrammation neuromusculaire sur la prévention des entorses de cheville chez les joueurs de basket-ball.

- Ce qui nous intéresse désormais, c'est la notion de généralisation de cette conclusion à l'ensemble de la population.

En observant les échantillons des quatre études incluses dans notre revue, on remarque qu'ils balayent plusieurs catégories d'individus :

- ⇒ L'étude de Stojanović et al. représente les hommes et les femmes de 19 à 24 ans.
- ⇒ L'étude de Bonato et al. représente les femmes de 18 à 22 ans.
- ⇒ L'étude de LaBella et al. représente les jeunes filles ou adolescentes de 14,5 à 18 ans.
- ⇒ L'étude d'Eils et al. représente les hommes et les femmes de 16 à 32 ans.

Ainsi, les résultats peuvent être appliqués à une population mixte allant de 16 à 32 ans ainsi qu'aux adolescentes, lycéennes de 14,5 à 18 ans. Néanmoins, il reste que ces résultats sont limités et ne peuvent pas être généralisés à l'ensemble de la population, comme par exemple, des enfants ou encore des adultes de plus de 32 ans. On peut toutefois estimer que les populations d'athlètes en basket-ball se concentrent principalement dans les catégories d'âge étudiées dans nos études. En effet, il paraît moins fréquent de faire face à des athlètes enfants et des athlètes de plus de 32 ans.

Pour exemple, selon les données publiées par la ligue Nord-Américaine de basket-ball, plus connue sous le nom de National Basketball Association (NBA), le joueur type évoluant en championnat NBA durant la saison 2018-2019 à 26,4 ans.

Hormis la limite d'âge, une autre limite relative à la population s'impose dans cette revue. En effet, deux études étudient les entorses de cheville chez une population mixte. Aujourd'hui, en 2024, de plus en plus de recherche portant sur le sexe féminin sont effectuées et paraissent, afin de démontrer les différences dans les réactions physiologiques ou autre chez les femmes.

C'est pourquoi associer femmes et hommes dans des études qui portent, en plus, sur des blessures ligamentaires peut manquer de pertinence. Il serait nécessaire de réaliser des méta-analyses portant uniquement sur les hommes ou sur les femmes, néanmoins, comme toujours, nous sommes limités aux études disponibles actuellement.

- Par ailleurs, que pouvons-nous attester de la faisabilité des différents protocoles présents dans nos études (*Annexe 11 à 13 / Figure 28*). Ces protocoles ne nécessitent, à vrai dire, aucun matériel particulier et sont donc très faciles à mettre en place. Certains exercices nécessitent tout au plus un ballon de basket-ball se trouvant déjà sur place.

En effet, ces programmes contiennent des exercices effectués à poids du corps, des sauts, du travail de course ou encore du travail en miroir nécessitant la participation d'un coéquipier. Ces protocoles sont donc facilement reproductibles pour l'ensemble des joueurs de basket-ball durant leurs échauffements respectifs.

Les protocoles des études de Stojanović et al. ainsi qu'Eils et al. contiennent quant à eux des niveaux de progression permettant ainsi d'adapter le programme au niveau de jeu et aux athlètes. Cela signifie donc qu'ils peuvent être utilisés par différentes catégories de joueurs allant des plus jeunes aux plus âgés et à différentes échelles de niveau. Ainsi, une grande diversité d'athlètes peut bénéficier des programmes d'échauffement neuromusculaire étudiés dans cette revue de littérature, ces protocoles étant facilement applicables en pratique clinique ils ne demeurent que plus pertinents.

Comme il a été mentionné en *Introduction*, les blessures peuvent avoir de graves conséquences pour les athlètes : perte de temps, de performance, d'argent... conduisant rapidement à un risque d'affecter leur carrière voire d'y mettre un terme. C'est pourquoi, mettre en place des protocoles à titre préventif serait un véritable gain pour les équipes, notamment à haut niveau ou les enjeux sont colossaux.

De même, en termes de fonds financiers, les blessures ont un coût non négligeable les érigeant en problème majeur de santé publique et doivent donc être au centre des préoccupations. Par exemple, dans l'étude de LaBella et al., les auteurs affirment qu'une intervention chirurgicale peut être évitée si 189 athlètes s'exposent au programme d'entraînement neuromusculaire, cela représente alors 16 entraîneurs et 1 280 dollars de coût de formation au total.

En comparaison, une opération chirurgicale peut varier de 17 000 à 25 000 dollars ce qui équivaut à 19 fois le prix total des formations.

Cette revue traite de la prévention primaire, définie par l'Haute Autorité de Santé comme : « l'ensemble des actes visant à diminuer l'incidence d'une maladie dans une population et à réduire les risques d'apparition. »³⁵

Selon van Mechelen et al. [84] la prévention des blessures est fondée sur une séquence en quatre étapes représentée par la *Figure 31*, recueillie dans la thèse de Jörg Spörri. [85]

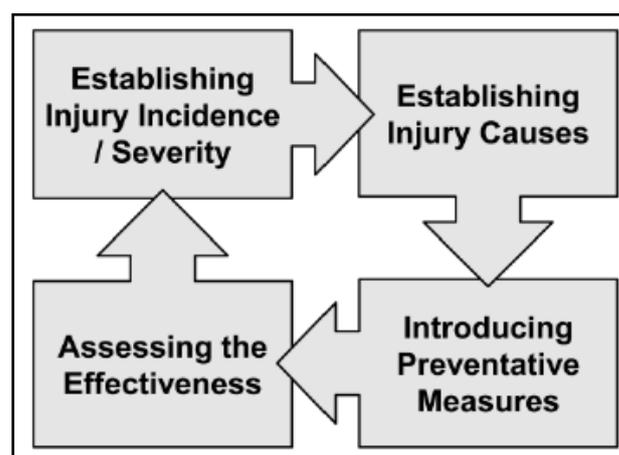


Fig. 31 : séquence en quatre étapes de la prévention des blessures [85]

³⁵ Source : https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2018-03/presentation_generale_rbpp_sante_mineurs_jeunes_majeurs.pdf

Bien que la prévention primaire soit essentielle, d'autant plus dans les milieux sportifs, l'étude d'Arundale et al. [86] affirme que les principales causes d'échec des programmes de prévention primaire reposent sur la mise en œuvre de ceux-ci et l'adhésion des équipes. En effet, réussir à mettre en œuvre des protocoles prend du temps, le délai entre la mise en œuvre réussie d'un programme et son application peut, en pratique, atteindre 17 ans.

À l'heure où nous avons actuellement connaissance des protocoles, le défi majeur est de travailler sur ces limites : le trier : sensibilisation, mise en œuvre et adhésion.

Les auteurs O'Brien et Finch ont déclaré : « *Pour réussir à mettre en œuvre les exercices de prévention, nous devons comprendre comment les entraîneurs, les joueurs, et les membres de l'équipe perçoivent les programmes. Qui devrait être responsable de la prévention des blessures, quand devrait-elle être effectuée (qui, quand et comment ?). Ces questions doivent être personnalisées en fonction du sport et du groupe d'âge.* » [86]

Cette citation soulève des interrogations, sur une certaine progression à adopter dans l'optimisation de la prévention primaire, pour à terme, réduire ses limitations.

• L'élaboration de cette revue de littérature entre dans un processus nous permettant d'adopter une pratique fondée sur les preuves : Evidence Based Practice (EBP). (Cf. 2. Méthode)

Ce modèle est défini par un trinôme constitué par :

- Les données de la recherche ;
- L'expérience et compétences du thérapeute ;
- Le statut bio-psycho-social, valeurs et attentes du patient.

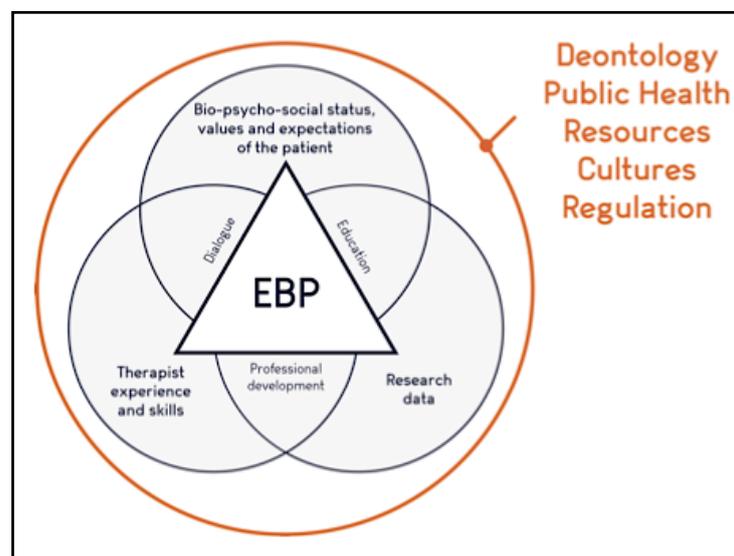


Fig. 32 : modélisation de l'EBP par Pallot et al. [87]

L'objectif premier est de pouvoir appliquer les connaissances acquises lors de ce travail de recherche dans notre pratique future. En effet, l'EBP a été redéfini en 2021 comme « *l'application clinique raisonnée et individualisée du plus haut niveau de preuve possible dans un contexte de soins multidimensionnel unique.* ». [87]

Le modèle EBP est en constante évolution, les ajouts successifs rendent cette approche plus complète et reflètent la singularité de la démarche EBP en situation de soins.

C'est pourquoi, nous devons conserver un esprit critique et s'inscrire dans une quête d'amélioration constante vis-à-vis de notre prise en charge, dès lors que la décision clinique repose sur un équilibre issu de la pondération des trois dimensions EBP entre elles.

4.3 Qualité des preuves

La fiabilité des réponses apportées à une question clinique précise, est primordiale dans l'élaboration d'une revue de littérature. Celle-ci peut être définie par le niveau de preuve d'une étude qui correspond à sa capacité à répondre à la question posée.

Le niveau de preuve repose sur quatre caractéristiques :

- La corrélation du protocole d'étude à la question posée ;
- La présence de biais importants ;
- L'accord entre analyse statistique et objectifs de l'étude ;
- La puissance de l'étude, notamment la taille de l'échantillon.

Niveau de preuve fort	<ul style="list-style-type: none"> -Le protocole est adapté pour répondre au mieux à la question posée ; -La réalisation est effectuée sans biais majeurs ; -L'analyse statistique est adaptée aux objectifs ; -La puissance est suffisante.
Niveau de preuve intermédiaire	<ul style="list-style-type: none"> -Le protocole est adapté pour répondre au mieux à la question posée ; -Puissance nettement insuffisante (effectif insuffisant ou puissance <i>a posteriori</i> insuffisante) ; -Et/ou des anomalies mineures.
Niveau de preuve faible	<ul style="list-style-type: none"> -Autres types d'études

Tableau XI : classification du niveau de preuve d'une étude par l'HAS

Dans le cadre des « recommandations de bonne pratique » (RBP), la Haute Autorité de Santé³⁶ (HAS) met à disposition un système : le système **GRADE** « *the Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation* ». C'est un système de gradation de la qualité des données scientifiques et de la force des recommandations.

Les recommandations sont classées en trois grades A, B ou C correspondant à :

- Grade A : preuve scientifique établie et fort niveau de preuve.
- Grade B : présomption scientifique et niveau de preuve intermédiaire.
- Grade C : faible niveau de preuve scientifique.

³⁶Source : https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2013-06/etat_des_lieux_niveau_preuve_gradation.pdf

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

Tableau XII : grade des recommandations de l'HAS

Le système **GRADE** détermine 5 facteurs susceptibles de diminuer la qualité des données scientifiques :

- Le risque de biais ;
- L'hétérogénéité des résultats ;
- Le caractère indirect des données scientifiques ;
- L'imprécision des données ;
- Les biais de publication.

Ces facteurs vont être associés à un système de cotation (*Annexe 14*) représenté par les valeurs -1 (sérieux) et -2 (très sérieux).

Pour commencer, le système **GRADE** classe initialement les données en fonction du type d'étude et considère que les essais contrôlés randomisés fournissent des données scientifiques de qualité élevée (*Annexe 15*). Cette revue de littérature comporte 4 études qui sont toutes des essais contrôlés randomisés la positionnant d'ores et déjà sur un fort niveau de preuve.

Désormais, il est nécessaire de considérer les facteurs pouvant altérer la qualité des preuves :

▸ **Le risque de biais** va représenter les limites des études susceptibles de biaiser l'estimation de l'effet du traitement. C'est ainsi que ces biais ont été auparavant analysés grâce à l'échelle PEDro (*Cf. 3.2 risque de biais des études incluses*), où nous avons obtenu les scores suivant :

- Stojanović et al. : 5/10 ;
- Bonato et al. : 4/10 ;
- LaBella et al. : 6/10 ;
- Eils et al. : 5/10.

Cela nous permet d'obtenir un score PEDro moyen de 5/10, traduisant la présence d'un risque de biais pouvant être considéré comme sérieux (-1) au regard de la cotation de la qualité des données scientifiques.

► **L'hétérogénéité** des résultats fait référence aux grandes différences de l'estimation de l'effet entre les études, suggérant des différences dans l'effet du traitement. Il correspond plus simplement à la variabilité des résultats. L'hétérogénéité peut alors être appréciée en utilisant le *forest plot* (Figure 29) conçu pour cette revue de littérature. En effet, il faut observer plus précisément les intervalles de confiance : plus ceux-ci se chevauchent et plus cela se rapporte à une homogénéité des résultats révélant une certaine similarité entre eux.

C'est ainsi, qu'on observe un chevauchement important des différents intervalles de confiance sur notre *forest plot*. Un seul intervalle de confiance, correspondant à l'étude d'Eils et al., est néanmoins plus étendu que les autres. Qualitativement, nous pouvons donc observer une homogénéité des résultats qui ne nécessite pas de retrait de point sur le système de cotation.

► Le **caractère indirect des données scientifiques** se rapporte nettement au moyen d'obtention des données scientifiques. Soit celles-ci ont été obtenues par des comparaisons indirectes, soit on retrouve des divergences dans le PICO donc des différences entre les populations, les interventions, les comparateurs...

Pour chaque étude, on retrouve des populations différentes (mixte ou femmes uniquement/adolescentes ou adultes). Néanmoins les interventions sont toutes des échauffements axés sur de la reprogrammation neuromusculaire qui sont, de plus, similaires entre eux et les comparateurs sont tous des échauffements dit « classiques ». Par ailleurs, on retrouve les mêmes critères de jugement (incidence de blessure ou nombre de blessure sur la saison de basket-ball).

Ainsi, on ne constate pas d'incertitude particulière dans les données scientifiques.

► **L'imprécision des données** est relative au nombre d'individus inclus dans les protocoles ainsi qu'aux nombre d'événements. En effet, si on retrouve des petits échantillons et peu d'événements, on augmente le caractère imprécis des données. À cela s'ajoute l'étendue des intervalles de confiance car de larges intervalles traduisent des résultats plus imprécis.

En effet, hormis l'étude de LaBella et al., qui a inclus un très grand échantillon d'individus, on constate que les autres études ne dépassent pas les 200 individus (Tableau VII). Par ailleurs, le nombre d'événements correspondant au nombre d'entorses de cheville relevé durant la saison reste lui aussi faible et cela même dans l'étude de LaBella et al. (Tableau IX)

Enfin, les intervalles de confiance demeurent peu étendus sauf celui de l'étude de Stojanović qui est plus large.

Au regard de tous ces éléments, il convient de caractériser l'imprécision des données comme très sérieuse (-2).

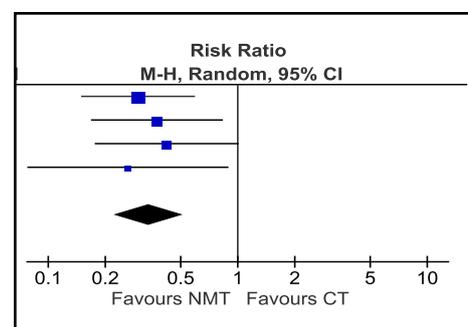


Fig. 33 : intervalles de confiance à 95% extraits du forest plot général (Fig. 29)

► Les **biais de publication** se réfèrent au fait que, la plupart du temps, on aspire à publier des essais positifs concluant à un effet protecteur de la thérapeutique.

Cependant, selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) qui a utilisé le système **GRADE**, les instructions permettant de juger de la présence d'un biais de publication sont inadéquates et les méthodes actuellement utilisées pour détecter un biais de publication sont jugées défaillantes, notamment le *funnel plot* décrit comme controversé.

Ainsi, on ne peut pas évaluer précisément les biais de publication, même si, nos quatre études sont toutes des essais positifs et sont donc propices à présenter ce biais. Néanmoins, nous mettons à disposition du lecteur un *funnel plot* en *Annexe 16*, établi grâce aux données statistiques des études incluses dans cette revue et modélisé à partir du logiciel Review Manager 5.4. Il paraît pertinent de disposer de cet outil bien que ce critère ne soit pas inclus dans l'estimation de la qualité des preuves de cette revue, du fait de l'expérience de l'OMS. (*Source 32*)

Par la suite, en observant le tableau disponible en *Annexe 14* et en ne prenant pas compte des biais de publication, jusqu'à 8 niveaux de qualité peuvent être perdus, soit 2 niveaux (sérieux et très sérieux) par facteur.

Dans notre cas, cette revue de littérature est constituée exclusivement d'essais contrôlés randomisés, la positionnant à un niveau de départ de qualité élevée. Par ailleurs, 2 des 5 facteurs ont altéré cette qualité pour arriver à un total de 3 points soustrait. À la suite de cette analyse, nous pouvons définir la qualité des preuves de cette revue en lui attribuant le grade B correspondant à un niveau de preuve 2.

4.4 Biais potentiels de la revue

Comme pour toute revue de littérature, celle-ci peut comporter des biais devant être identifiés comme tels. En effet, il est nécessaire de garder un esprit critique afin de disposer des résultats les plus objectifs possible. C'est ainsi qu'on dispose d'une échelle : la grille AMSTAR-2 traduite en français [88], nous permettant d'évaluer les biais potentiels des revues systématiques. Cette échelle se constitue de 16 items synthétiques, utiles pour coter la validité interne des revues.

Le détail de l'échelle AMSTAR-2 est disponible en *Annexe 17*.

Item 1 : En ce qui concerne cette revue, la question de recherche et les critères d'inclusions ont été établis en fonction des critères PICO (population, intervention, comparateur, critère de jugement) décrit dans le *Tableau III*.

Item 2 : Un protocole méthodologique structuré a été établi avant de conduire cette revue. Une partie *Méthode* est disponible détaillant les critères d'éligibilité des études, ainsi que la méthodologie de recherche d'étude, d'extraction et d'analyse des données. (*Cf. 2. Méthode*)

Item 3 : Cette revue de littérature inclut exclusivement des essais contrôlés randomisés (ECR), afin de répondre plus précisément à la question clinique thérapeutiques posée. (*Cf. 2.1.1 Schéma d'étude*)

Item 4 : La recherche documentaire effectuée a été détaillée dans la partie *Méthode*. En effet, plusieurs bases de données ont été investiguées activement et des recherches parmi la littérature grise ont aussi été effectuées. (*Cf. 2.2.1 Sources documentaires investiguées*)

Item 5 et 6 : Cette revue de littérature constitue un mémoire de fin d'étude effectué à titre personnel et donc par une seule personne. C'est pourquoi, la sélection des études et l'extraction des données n'ont pas été effectuées en double.

Item 7 : La partie 3.1.2 *Études exclues* détaille le procédé d'exclusion des études effectué selon les lignes directrices PRISMA. Ceci a été complété par un tableau récapitulatif des études exclues associées à leur justifications (*Tableau VI*).

Item 8 : Chaque étude a été rigoureusement détaillée dans la partie *Résultats*, de plus, un tableau récapitulant chaque caractéristique des quatre études incluses a été mis à disposition du lecteur. (*Tableau VII*)

Item 9 : L'échelle PEDro a été utilisée pour évaluer le risque de biais de chaque étude incluse dans la revue. Celle-ci a été détaillée, expliquée et chaque critère PEDro a été développé. Un tableau synthétique associant chaque étude à leur biais respectifs a également été fourni. (*Tableau VIII*)

Item 10 : Les sources de financement et conflits d'intérêts des quatre études incluses ont été explicités dans la partie 4.1 *Analyse des principaux résultats* et résumés dans un tableau. (*Cf. 4.5 Reconnaissances conflictuelles et financières*)

Item 11 : La combinaison statistique des résultats a été effectuée le plus rigoureusement possible en utilisant un tableau rassemblant les données statistiques disponibles dans les études incluses (*Tableau IX*). De plus, le logiciel Review Manager 5.4 a été utilisé afin de produire un *forest plot* général (*Figure 29*).

Item 12 : L'impact potentiel des risques de biais individuels sur les résultats a été évalué et décrit dans des tableaux (*Tableau VIII et X*). En outre, le système **GRADE** a été utilisé afin de mesurer la qualité des données scientifiques permettant un examen consciencieux des risques de biais individuels sur les résultats de la méta-analyse. (*Cf. 4.3 Qualité des preuves*)

Item 13 : Dans la partie *Discussion*, analysant plus en détail les résultats obtenus pour chaque étude incluse dans la revue, les différents biais ont été repris dans les sous-parties correspondantes afin d'effectuer une interprétation des résultats avec le plus de discernement possible. Un tableau récapitulatif des différents biais a aussi été ajouté (*Tableau X*).

Item 14 : L'hétérogénéité des résultats a été abordée plusieurs fois dans la partie *Discussion*, tout d'abord dans l'analyse des résultats (**4.1**) où l'hétérogénéité est schématisée par un *forest plot*, ainsi que dans l'évaluation de la qualité des preuves de la revue (**4.3**).

Item 15 : L'analyse des biais de publication a été détaillée et explicitée dans l'évaluation de la qualité des preuves de la revue (**4.3**), grâce aux recommandations de bonne pratique de l'HAS (*source 32*).

Item 16 : Aucun financement n'a été perçu pour réaliser cette revue de littérature, il n'y a aucune source potentielle de conflit d'intérêts à déclarer. (*Cf. 4.5 Reconnaissances conflictuelles et financières*)

ITEMS AMSTAR-2	OUI	NON
1. Est-ce que les questions de recherche et les critères d'inclusion de la revue incluaient les critères PICO ?	X	
2. Est-ce que le rapport de la revue contient une déclaration explicite indiquant que la méthode a été établie avant de conduire la revue ? Est-ce que le rapport justifiait toute déviation significative par rapport au protocole ?	X	

3. Les auteurs ont-ils expliqué leur choix de schémas d'étude à inclure dans la revue ?	X	
4. Les auteurs ont-ils utilisé une stratégie de recherche documentaire exhaustive ?	X	
5. Les auteurs ont-ils effectué la sélection des études en double ?		X
6. Les auteurs ont-ils effectué l'extraction des données en double ?		X
7. Les auteurs ont-ils fourni une liste des études exclues et justifié les exclusions ?	X	
8. Les auteurs ont-ils décrit les études incluses de manière suffisamment détaillée ?	X	
9. Les auteurs ont-ils utilisé une technique satisfaisante pour évaluer le risque biais des études individuelles incluses dans la revue ?	X	
10. Les auteurs ont-ils indiqué les sources de financement des études incluses dans la revue ?	X	
11. Si une méta-analyse a été effectuée, les auteurs ont-ils utilisé des méthodes appropriées pour la combinaison statistique des résultats ?	X	
12. Si une méta-analyse a été effectuée, les auteurs ont-ils évalué l'impact potentiel des risques de biais de études individuelles sur les résultats de la méta-analyse ou d'une autre synthèse des preuves ?	X	
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 ?	X	
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 ?	X	
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 ?	X	
16. Les auteurs ont-ils rapporté toute source potentielle de conflit d'intérêts, y compris tout fond reçu pour réaliser la revue ?	X	

Tableau XIII : critères de la grille AMSTAR-2 pour cette revue de littérature

Bien que tout a été mis en œuvre pour limiter la présence de biais dans cette revue de littérature, on obtient un score de 14/16 sur l'échelle AMSTAR-2, confirmant la présence d'un risque de biais.

Les principaux biais sont relatifs au fait que cette revue a été réalisée individuellement, sous le regard d'un seul évaluateur (items 5 et 6).

Ainsi, de nombreux biais peuvent se rapporter à l'auteur de la revue en fonction de sa compréhension des éléments et de son travail de sélection, d'extraction et d'analyse des données.

Finalement, les biais généraux de cette revue sont plutôt modérés, il serait pertinent, le cas échéant qu'une évaluation soit faite par un individu externe au projet, afin d'avoir un regard neutre et objectif sur cette revue de littérature et les biais qu'elle comporte.

4.5 Reconnaissances conflictuelles et financières

Études	Conflits d'intérêt	Financement
Stojanović 2022	Aucun conflits d'intérêt	Aucun financement perçu
Bonato 2018	Non renseigné	Aucun financement perçu
LaBella 2011	Non renseigné	Non renseigné
Eils 2010	Aucun conflits d'intérêt	Non renseigné

Tableau XIV : tableau récapitulatif des financements et conflits d'intérêts des études incluses

On constate - qu'hormis les auteurs de l'étude de Stojanović, qui ont été limpides au sujet des potentiels conflits d'intérêt et du financement de leur étude, les autres auteurs ne nous renseignent pas sur la totalité des informations. L'étude de LaBella et al., met en évidence un manque de transparence conséquent, car elle ne rapporte aucune information à ces sujets.

En ce qui concerne ce mémoire, aucun conflits d'intérêts de quelque sorte n'est déclaré et aucun financement n'a été requis pour élaborer ce projet de fin d'étude.

5 Conclusion

5.1 Implication pour la pratique clinique

Le basket-ball, entré dans l'histoire en 1891, a su faire battre nos cœurs et créé une liesse collective grâce à des joueurs hors normes tels que Michael Jordan, Magic Johnson, LeBron James, Kevin Durant, Stephen Curry et bien d'autres.

Or, ces joueurs, exposés constamment à une pression sportive et une nécessité de performance se doivent d'éviter les blessures à tout prix. Par chance, les ligues telles que la NBA disposent de fonds colossaux permettant un suivi pointilleux de chaque basketteur auxquels s'ajoute, un staff pluridisciplinaire plaçant au cœur de son travail la prévention des blessures telles que les entorses de cheville.

Cependant, ce n'est pas le cas de tous les joueurs de basket-ball à l'échelle internationale et dans d'autres ligues moins prestigieuses.

Cette revue de littérature avait pour but de démontrer les effets inhérents de la reprogrammation neuromusculaire sur la prévention des entorses de cheville, chez le public sportif spécifique des basketteurs. De cet entraînement proprioceptif va découler maintes améliorations physiologiques ayant un impact sur : les afférences nerveuses motrices et sensibles, le contrôle moteur, la sensibilité profonde...

Un mécanisme clé : le feed-forward, stimulé quotidiennement par la reprogrammation neuromusculaire. Il s'agit d'un élément essentiel et protecteur pour nos articulations. Son développement peut permettre de meilleurs réflexes et une éviction des blessures, au centre des préoccupations dans le milieu sportif depuis déjà plusieurs décennies.

Dans un monde où les entorses de cheville peuvent représenter jusqu'à 38 à 45% de l'ensemble des blessures au basket-ball, hommes et femmes confondus, **répondre aux enjeux préventifs demeure une priorité.**

Les résultats des études incluses dans cette revue de littérature nous permettent aujourd'hui d'illustrer l'efficacité des échauffements et entraînements basés sur la reprogrammation neuromusculaire en prévention des entorses de cheville. En effet, un grand nombre de protocoles existant à ce jour, construits pour la plupart sur les mêmes bases proprioceptives, ont su faire leur preuve.

Dans des ligues amatrices de basket-ball ne disposant que de peu de fonds ne permettant pas de bénéficier d'une prévention optimale, ces exercices sont faciles à mettre en place et peu onéreux et donc constituent un élément décisif pour les athlètes.

Cette revue de littérature porte son analyse sur quatre études, chacune dotée de biais méthodologiques et de données statistiques rudimentaires, ne nous permettant pas d'affirmer avec certitude qu'un échauffement neuromusculaire peut tout changer.

Ainsi, bien qu'il faudrait à l'avenir disposer d'un plus grand nombre d'études, plus récentes et comportant plus de données exploitables, ces entraînements neuromusculaire peuvent tout de même être intégrés dans notre pratique clinique quotidienne. En effet, les kinésithérapeutes l'utilisant déjà dans leur prise en charge, peuvent encourager leurs sportifs qu'ils soient novices, amateurs ou encore professionnels, à l'intégrer dans leurs routines et leurs entraînements en équipe.

Il est certain que ces types d'entraînements, doivent être effectués de façon régulière avec une application adaptée et contrôlée pour une meilleure efficacité.

La prévention primaire constitue une ressource précieuse à exploiter davantage dans les années à venir. Ces dernières décennies se sont focalisées sur l'implantation des divers protocoles de prévention primaire dans la sphère de santé, tels que le FIFA 11+ et bien d'autres. Désormais, les principaux défis à relever dans le futur sont : (*Cf. 4.2 Applicabilité des résultats en pratique clinique*)

- Poursuivre et renforcer la sensibilisation des milieux sportifs (entraîneurs, athlètes, équipe médicale et paramédicale...) aux différents programmes de prévention primaire ;
- Déployer des stratégies de mise en œuvre adaptées et propres à chaque équipe sportive ;
- Encourager les praticiens à adopter une démarche de promotion et d'éducation auprès des entraîneurs, des préparateurs, des athlètes... L'important réside dans l'élaboration d'arguments susceptibles de convaincre.

En effet, les performances de l'équipe sont négativement influencées par les blessures, surtout chez des équipes professionnelles. Si la réduction des blessures ou l'augmentation des performances sportives individuelles, ne sont pas des arguments suffisants pour gagner l'adhésion des entraîneurs, une plus grande disponibilité des joueurs et de meilleures performances d'équipe seront plus convaincantes. [86]

5.2 Implication pour la recherche

Ce mémoire de fin d'étude, signant la concrétisation de cinq années de travail, s'inscrit dans une démarche de recherche qui nous sera primordiale pour la suite de notre parcours dans la kinésithérapie.

Le corps humain constitue une entité complexe pour laquelle nous ne possédons pas encore de la totalité des informations. C'est la raison pour laquelle, le domaine de la santé est en évolution perpétuelle, avec des techniques et des avancées qui vont être découvertes pour certaines dans quelques jours et pour d'autres dans plusieurs années.

Bien que cette revue ne constitue pas une avancée scientifique cruciale, elle nous permet néanmoins d'appuyer, d'encourager et de renforcer toute démarche de prévention, fondamentale pour notre profession.

Elle permettra peut-être, en coopération avec d'autres études, une mise en place de la reprogrammation neuromusculaire automatisée au sein des équipes sportives, des programmes de rééducation, du sport dans les établissements scolaires... L'objectif poursuivi est de parvenir à un programme proprioceptif plus efficace dans le futur, permis grâce à la combinaison d'exercices recueillant le plus de preuves scientifiques.

Ainsi, il est nécessaire de continuer activement la recherche dans cette voie, afin de permettre des avancées toujours plus pertinentes dans ce domaine.

Le but étant de pouvoir assurer à nos sportifs, professionnels ou amateurs, une prévention primaire mais aussi secondaire et tertiaire optimale pour qu'ils puissent s'améliorer, effectuer des performances dans leur discipline et, pour certains d'entre eux, pouvoir vivre de leurs passions.

6 Bibliographie

- [1] Minghelli B, Queiroz S, Sousa I, Trajano J, Graça S, Silva V. Musculoskeletal injuries in basketball players Southern Portugal: Epidemiology and risk factors. *North Clin Istanb* 2022;9:14–22.
- [2] Stojanović E, Faude O, Nikić M, Scanlan AT, Radovanović D, Jakovljević V. The incidence rate of ACL injuries and ankle sprains in basketball players: A systematic review and meta-analysis. *Scand J Med Sci Sports* 2023;33:790–813.
- [3] Andreoli CV, Chiaramonti BC, Buriel E, Pochini A de C, Ejnisman B, Cohen M. Epidemiology of sports injuries in basketball: integrative systematic review. *BMJ Open Sport Exerc Med* 2018;4:e000468.
- [4] Pasanen K, Ekola T, Vasankari T, Kannus P, Heinonen A, Kujala UM, et al. High ankle injury rate in adolescent basketball: A 3-year prospective follow-up study. *Scand J Med Sci Sports* 2017;27:643–9.
- [5] Tummala SV, Hartigan DE, Makovicka JL, Patel KA, Chhabra A. 10-Year Epidemiology of Ankle Injuries in Men’s and Women’s Collegiate Basketball. *Orthop J Sports Med* 2018;6:2325967118805400.
- [6] Owoeye OBA, Ghali B, Befus K, Stilling C, Hogg A, Choi J, et al. Epidemiology of all-complaint injuries in youth basketball. *Scand J Med Sci Sports* 2020;30:2466–76.
- [7] Lian J, Sewani F, Dayan I, Voleti PB, Gonzalez D, Levy IM, et al. Systematic Review of Injuries in the Men’s and Women’s National Basketball Association. *Am J Sports Med* 2022;50:1416–29.
- [8] Khan M, Madden K, Burrus MT, Rogowski JP, Stotts J, Samani MJ, et al. Epidemiology and Impact on Performance of Lower Extremity Stress Injuries in Professional Basketball Players. *Sports Health* 2018;10:169–74.
- [9] Zuckerman SL, Wegner AM, Roos KG, Djoko A, Dompier TP, Kerr ZY. Injuries sustained in National Collegiate Athletic Association men’s and women’s basketball, 2009/2010-2014/2015. *Br J Sports Med* 2018;52:261–8.
- [10] Foschia C, Tassery F, Cavelier V, Rambaud A, Edouard P. Les blessures liées à la pratique du basketball : Revue systématique des études épidémiologiques. *J Traumatol Sport* 2019;36:242–60.
- [11] Tummala SV, Morikawa L, Brinkman JC, Crijns TJ, Vij N, Gill V, et al. Characterization of Ankle Injuries and Associated Risk Factors in the National Basketball Association: Minutes Per Game and Usage Rate Associated With Time Loss. *Orthop J Sports Med* 2023;11:23259671231184459.
- [12] Fong DT-P, Hong Y, Chan L-K, Yung PS-H, Chan K-M. A systematic review on ankle injury and ankle sprain in sports. *Sports Med Auckl NZ* 2007;37:73–94.
- [13] Pourgharib Shahi MH, Selk Ghaffari M, Mansournia MA, Halabchi F. Risk Factors Influencing the Incidence of Ankle Sprain Among Elite Football and Basketball Players: A Prospective Study. *Foot Ankle Spec* 2021;14:482–8.
- [14] de Noronha M, Refshauge KM, Herbert RD, Kilbreath SL, Hertel J. Do voluntary strength, proprioception, range of motion, or postural sway predict occurrence of lateral ankle sprain? *Br J Sports Med* 2006;40:824–8; discussion 828.

- [15] Kobayashi T, Tanaka M, Shida M. Intrinsic Risk Factors of Lateral Ankle Sprain: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Health* 2016;8:190–3.
- [16] Kawaguchi K, Taketomi S, Mizutani Y, Inui H, Yamagami R, Kono K, et al. Hip Abductor Muscle Strength Deficit as a Risk Factor for Inversion Ankle Sprain in Male College Soccer Players: A Prospective Cohort Study. *Orthop J Sports Med* 2021;9:23259671211020287.
- [17] Terrier R, Picot B, Forestier N. Le contrôle moteur et la protection articulaire de la cheville. 4. Optimisation de la reprogrammation neuro-musculaire : la protection active des fibulaires. *KS - Kinésithérapie Sci* 2012;535:55–8.
- [18] Suda EY, Amorim CF, Sacco I de CN. Influence of ankle functional instability on the ankle electromyography during landing after volleyball blocking. *J Electromyogr Kinesiol Off J Int Soc Electrophysiol Kinesiol* 2009;19:e84-93.
- [19] de Noronha M, França LC, Haupenthal A, Nunes GS. Intrinsic predictive factors for ankle sprain in active university students: a prospective study. *Scand J Med Sci Sports* 2013;23:541–7.
- [20] McKeon PO, Ingersoll CD, Kerrigan DC, Saliba E, Bennett BC, Hertel J. Balance training improves function and postural control in those with chronic ankle instability. *Med Sci Sports Exerc* 2008;40:1810–9.
- [21] Garrick JG. The frequency of injury, mechanism of injury, and epidemiology of ankle sprains. *Am J Sports Med* 1977;5:241–2.
- [22] Bonnel F, Toullec E, Mabit C, Tourné Y. L'instabilité chronique de cheville : biomécanique et pathomécanique des lésions ligamentaires et associées. *Rev Chir Orthopédique Traumatol* 2010;96:493–502.
- [23] Elsevier. La biomécanique et cinématique de la cheville. Elsevier Connect (accessed October 20, 2023).
- [24] Dufour M. Michel Dufour. 3e édition Elsevier Masson (2015). Anatomie de l'appareil locomoteur. Tome 1, Membre inférieur.
- [25] Golanó P, Vega J, de Leeuw PAJ, Malagelada F, Manzanares MC, Götzens V, et al. Anatomy of the ankle ligaments: a pictorial essay. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA* 2010;18:557–69.
- [26] Fraser JJ, Feger MA, Hertel J. MIDFOOT AND FOREFOOT INVOLVEMENT IN LATERAL ANKLE SPRAINS AND CHRONIC ANKLE INSTABILITY. PART 1: ANATOMY AND BIOMECHANICS. *Int J Sports Phys Ther* 2016;11:992–1005.
- [27] Karagiannakis DN, Iatridou KI, Mandalidis DG. Ankle muscles activation and postural stability with Star Excursion Balance Test in healthy individuals. *Hum Mov Sci* 2020;69:102563.
- [28] Maestro M, Ferré B. Chapitre 2 - Biomécanique du pied et de la cheville. In: Leemrijse T, editor. *Pathol. Pied Cheville*, Paris: Elsevier Masson; 2015, p. 33–51.
- [29] Kowalski C. Biomécanique du pied. Deuxième partie. *Médecine Chir Pied* 2012;28:111–23.

- [30] Gaddi D, Mosca A, Piatti M, Munegato D, Catalano M, Di Lorenzo G, et al. Acute Ankle Sprain Management: An Umbrella Review of Systematic Reviews. *Front Med* 2022;9:868474.
- [31] Medina McKeon JM, Hoch MC. The Ankle-Joint Complex: A Kinesiologic Approach to Lateral Ankle Sprains. *J Athl Train* 2019;54:589–602.
- [32] Ortega-Avila AB, Cervera-Garvi P, Marchena-Rodriguez A, Chicharro-Luna E, Nester CJ, Starbuck C, et al. Conservative Treatment for Acute Ankle Sprain: A Systematic Review. *J Clin Med* 2020;9:3128.
- [33] van den Bekerom MPJ, Kerkhoffs GMMJ, McCollum GA, Calder JDF, van Dijk CN. Management of acute lateral ankle ligament injury in the athlete. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA* 2013;21:1390–5.
- [34] Panagiotakis E, Mok K-M, Fong DT-P, Bull AMJ. Biomechanical analysis of ankle ligamentous sprain injury cases from televised basketball games: Understanding when, how and why ligament failure occurs. *J Sci Med Sport* 2017;20:1057–61.
- [35] Malliaropoulos N, Ntessalen M, Papacostas E, Longo UG, Maffulli N. Reinjury after acute lateral ankle sprains in elite track and field athletes. *Am J Sports Med* 2009;37:1755–61.
- [36] Chen ET, Borg-Stein J, McInnis KC. Ankle Sprains: Evaluation, Rehabilitation, and Prevention. *Curr Sports Med Rep* 2019;18:217–23.
- [37] Delahunt E, Bleakley CM, Bossard DS, Caulfield BM, Docherty CL, Doherty C, et al. Clinical assessment of acute lateral ankle sprain injuries (ROAST): 2019 consensus statement and recommendations of the International Ankle Consortium. *Br J Sports Med* 2018;52:1304–10.
- [38] Vuurberg G, Hoorntje A, Wink LM, van der Doelen BFW, van den Bekerom MP, Dekker R, et al. Diagnosis, treatment and prevention of ankle sprains: update of an evidence-based clinical guideline. *Br J Sports Med* 2018;52:956.
- [39] Barelds I, Krijnen WP, van de Leur JP, van der Schans CP, Goddard RJ. Diagnostic Accuracy of Clinical Decision Rules to Exclude Fractures in Acute Ankle Injuries: Systematic Review and Meta-analysis. *J Emerg Med* 2017;53:353–68.
- [40] Ivins D. Acute Ankle Sprain: An Update. *Am Fam Physician* 2006;74:1714–20.
- [41] 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.
- [42] Gribble PA, Kelly SE, Refshauge KM, Hiller CE. Interrater reliability of the star excursion balance test. *J Athl Train* 2013;48:621–6.
- [43] Plisky PJ, Rauh MJ, Kaminski TW, Underwood FB. Star Excursion Balance Test as a predictor of lower extremity injury in high school basketball players. *J Orthop Sports Phys Ther* 2006;36:911–9.
- [44] van Lieshout R, Reijneveld EAE, van den Berg SM, Haerkens GM, Koenders NH, de Leeuw AJ, et al. REPRODUCIBILITY OF THE MODIFIED STAR EXCURSION BALANCE TEST COMPOSITE AND SPECIFIC REACH DIRECTION SCORES. *Int J Sports Phys Ther* 2016;11:356–65.

- [45] Picot B, Terrier R, Forestier N, Fourchet F, McKeon PO. The Star Excursion Balance Test: An Update Review and Practical Guidelines. *Int J Athl Ther Train* 2021;26:285–93.
- [46] Linens SW, Ross SE, Arnold BL, Gayle R, Pidcoe P. Postural-stability tests that identify individuals with chronic ankle instability. *J Athl Train* 2014;49:15–23.
- [47] 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.
- [48] 将時郎野津, 雅裕竹村, 俊平宮川. Star Excursion Balance Testのリーチ距離と体幹傾斜角度および足関節柔軟性の関係. *体力科学* 2020;69:279–84.
- [49] Dill KE, Begalle RL, Frank BS, Zinder SM, Padua DA. Altered knee and ankle kinematics during squatting in those with limited weight-bearing-lunge ankle-dorsiflexion range of motion. *J Athl Train* 2014;49:723–32.
- [50] Hall EA, Docherty CL. Validity of clinical outcome measures to evaluate ankle range of motion during the weight-bearing lunge test. *J Sci Med Sport* 2017;20:618–21.
- [51] Denegar CR, Hertel J, Fonseca J. The effect of lateral ankle sprain on dorsiflexion range of motion, posterior talar glide, and joint laxity. *J Orthop Sports Phys Ther* 2002;32:166–73.
- [52] Cosby NL, Hertel J. Relationships Between Measures of Posterior Talar Glide and Ankle Dorsiflexion Range of Motion. *Athl Train Sports Health Care* 2011;3:76–85.
- [53] Aguilaniu A, Delvaux F, Schwartz C, Martens G, Forthomme B, Kaux J-F, et al. Survey of physicians' and physiotherapists' ankle muscle strength assessment practices for safe return to sports after lateral ankle sprain: A short report. *Physiother Res Int J Res Clin Phys Ther* 2023:e2008.
- [54] Hartmann A, Knols R, Murer K, de Bruin ED. Reproducibility of an isokinetic strength-testing protocol of the knee and ankle in older adults. *Gerontology* 2009;55:259–68.
- [55] Baltich J, Emery CA, Stefanyshyn D, Nigg BM. The effects of isolated ankle strengthening and functional balance training on strength, running mechanics, postural control and injury prevention in novice runners: design of a randomized controlled trial. *BMC Musculoskelet Disord* 2014;15:407.
- [56] Cho SY, Myong Y, Park S, Cho M, Kim S. A portable articulated dynamometer for ankle dorsiflexion and plantar flexion strength measurement: a design, validation, and user experience study. *Sci Rep* 2023;13:22221.
- [57] Borloz S, Crevoisier X, Deriaz O, Ballabeni P, Martin RL, Luthi F. Evidence for validity and reliability of a French version of the FAAM. *BMC Musculoskelet Disord* 2011;12:40.
- [58] René F, Casimiro L, Tremblay M, Brosseau L, Lefebvre A, Beaudouin M, et al. Une version canadienne française du Lower Extremity Functional Scale (LEFS) : L'Échelle fonctionnelle des membres inférieurs (ÉFMI), partie I. *Physiother Can Physiother Can* 2011;63:242–8.
- [59] Menacho M de O, Pereira HM, Oliveira BIR de, Chagas LMPM, Toyohara MT, Cardoso JR. The peroneus reaction time during sudden inversion test: systematic review. *J Electromyogr Kinesiol Off J Int Soc Electrophysiol Kinesiol* 2010;20:559–65.

- [60] Palmieri-Smith RM, Hopkins JT, Brown TN. Peroneal activation deficits in persons with functional ankle instability. *Am J Sports Med* 2009;37:982–8.
- [61] Doherty C, Bleakley C, Delahunt E, Holden S. Treatment and prevention of acute and recurrent ankle sprain: an overview of systematic reviews with meta-analysis. *Br J Sports Med* 2017;51:113–25.
- [62] Dubois B, Esculier J-F. Soft-tissue injuries simply need PEACE and LOVE. *Br J Sports Med* 2020;54:72–3.
- [63] Fullam K, Caulfield B, Coughlan GF, McGroarty M, Delahunt E. Dynamic Postural-Stability Deficits After Cryotherapy to the Ankle Joint. *J Athl Train* 2015;50:893–904.
- [64] Dhillon MS, Patel S, Baburaj V. Ankle Sprain and Chronic Lateral Ankle Instability: Optimizing Conservative Treatment. *Foot Ankle Clin* 2023;28:297–307.
- [65] Ardern CL, Glasgow P, Schneiders A, Witvrouw E, Clarsen B, Cools A, et al. 2016 Consensus statement on return to sport from the First World Congress in Sports Physical Therapy, Bern. *Br J Sports Med* 2016;50:853–64.
- [66] Del Rabal H, Fudenburger F, Moret S, Rambaud A. Prévention de l'entorse de cheville chez les jeunes joueuses de football : élaboration et évaluation d'un protocole d'amélioration de l'équilibre de la cheville. *Kinésithérapie Rev* 2017;17:32–3.
- [67] Moon KM, Kim J, Seong Y, Suh B-C, Kang K, Choe HK, et al. Proprioception, the regulator of motor function. *BMB Rep* 2021;54:393–402.
- [68] Jahn K, Krewer C. [Proprioception - The Sixth Sense And Its Disorders]. *Dtsch Med Wochenschr* 1946 2020;145:1855–60.
- [69] Héroux ME, Butler AA, Robertson LS, Fisher G, Gandevia SC. Proprioception: a new look at an old concept. *J Appl Physiol Bethesda Md* 1985 2022;132:811–4.
- [70] Han J, Anson J, Waddington G, Adams R, Liu Y. The Role of Ankle Proprioception for Balance Control in relation to Sports Performance and Injury. *BioMed Res Int* 2015;2015:842804.
- [71] Tropp H, Ekstrand J, Gillquist J. Stabilometry in functional instability of the ankle and its value in predicting injury. *Med Sci Sports Exerc* 1984;16:64–6.
- [72] Emery CA, Owweye OBA, Räisänen AM, Befus K, Hubkarao T, Palacios-Derflingher L, et al. The “SHRed Injuries Basketball” Neuromuscular Training Warm-up Program Reduces Ankle and Knee Injury Rates by 36% in Youth Basketball. *J Orthop Sports Phys Ther* 2022;52:40–8.
- [73] Guillodo Y, Simon T, Le Goff A, Saraux A. Interest of rehabilitation in healing and preventing recurrence of ankle sprains. *Ann Phys Rehabil Med* 2013;56:503–14.
- [74] Regnaud J-P, Guay V, Marsal C. Evidence based practice ou la pratique basée sur les preuves en rééducation. *Kinésithérapie Rev* 2009;9:55–61.
- [75] Mateo S. Procédure pour conduire avec succès une revue de littérature selon la méthode PRISMA. *Kinésithérapie Rev* 2020;20:29–37.

- [76] Riva D, Bianchi R, Rocca F, Mamo C. Proprioceptive Training and Injury Prevention in a Professional Men's Basketball Team: A Six-Year Prospective Study. *J Strength Cond Res* 2016;30:461–75.
- [77] Stojanović E, Terrence Scanlan A, Radovanović D, Jakovljević V, Faude O. A multicomponent neuromuscular warm-up program reduces lower-extremity injuries in trained basketball players: a cluster randomized controlled trial. *Phys Sportsmed* 2022;1–9.
- [78] Bonato M, Benis R, La Torre A. Neuromuscular training reduces lower limb injuries in elite female basketball players. A cluster randomized controlled trial. *Scand J Med Sci Sports* 2018;28:1451–60.
- [79] LaBella CR, Huxford MR, Grissom J, Kim K-Y, Peng J, Christoffel KK. Effect of neuromuscular warm-up on injuries in female soccer and basketball athletes in urban public high schools: cluster randomized controlled trial. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2011;165:1033–40.
- [80] Eils E, Schröter R, Schröder M, Gerss J, Rosenbaum D. Multistation proprioceptive exercise program prevents ankle injuries in basketball. *Med Sci Sports Exerc* 2010;42:2098–105.
- [81] Bell NR, Dickinson JA, Grad R, Singh H, Kasperavicius D, Thombs BD. Comprendre et expliquer le risque. *Can Fam Physician* 2018;64:186–91.
- [82] Ladner J, Ben Abdelaziz A, Pédagogie-Recherche-Publication en Sciences de la Santé(RPP2S) RM. Comment calculer et interpréter la valeur de «p» dans une étude épidémiologique. *Tunis Médicale* 2021;99:313–7.
- [83] Handoll HH, Rowe BH, Quinn KM, de Bie R. Interventions for preventing ankle ligament injuries. *Cochrane Database Syst Rev* 2001:CD000018.
- [84] van Mechelen W, Hlobil H, Kemper HC. Incidence, severity, aetiology and prevention of sports injuries. A review of concepts. *Sports Med Auckl NZ* 1992;14:82–99.
- [85] Spörri J. Biomechanical aspects of performance enhancement and injury prevention in alpine ski racing. 2012.
- [86] Arundale AJH, Silvers-Granelli HJ, Myklebust G. ACL injury prevention: Where have we come from and where are we going? *J Orthop Res Off Publ Orthop Res Soc* 2022;40:43–54.
- [87] Pallot A, Guémann M, Martin S, Gallois M, Guillaume R, Thomas D, et al. Evidence-Based Practice: proposal for an extended definition. *Eur Rehabil J* 2022;2:1–5.
- [88] AMSTAR-2 : traduction française de l'échelle de qualité méthodologique pour les revues de littérature systématiques. *Kinésithérapie Rev* 2021;21:13–4.
- [89] Pallot A, Thomas D, Gallois M, Guémann M, Martin S, Morichon A, et al. Evidence-based practice en rééducation - Démarche pour une pratique raisonnée. 2019.

7 Annexes

Annexe 1 – Graphique représentant le pourcentage pondéral de l'entorse de cheville dans 43 sports différents proposé par Fong et al. [12]

Annexe 2 – Star Excursion Balance Test modifié (SEBTm) et formule de calcul du score composite [45]

Annexe 3 – Dynamomètre portable [56]

Annexe 4 – Version française du questionnaire FAAM (Foot and Ankle Ability Measure)

Annexe 5 – Questionnaires LEFS (Lower Extremity Functional Scale) et ÉFMI (Évaluation Fonctionnelle des Membre Inférieurs) [58]

Annexe 6 – Protocole PEACE & LOVE proposé par Dubois et al. [62]

Annexe 7 – Le StARRT (The Strategic Assessment of Risk and Risk Tolerance) Framework proposé par Ardern et al. [65]

Annexe 8 – Tableau synthétique résumant huit protocoles de prévention des entorses de cheville proposé par Del Rabal et al. [66]

Annexe 9 – Protocole du SHRed Injuries Basketball proposé par Emery et al. [72]

Annexe 10 – Échelle PEDro

Annexe 11 – Protocole d'échauffement neuromusculaire extrait de l'étude de Stojanović et al. [77]

Annexe 12 – Protocole d'échauffement neuromusculaire extrait de l'étude de Bonato et al. [78]

Annexe 13 – Protocole d'échauffement neuromusculaire extrait de l'étude de LaBella et al. [79]

Annexe 14 – Facteurs qui influencent la cotation de la qualité des données scientifiques d'après les RBP de l'HAS. Tableau 10, page 18.

Annexe 15 – Type de protocole préférentiellement proposé pour une question donnée d'après les RBP de l'HAS. Annexe 3, page 64.

Annexe 16 – Funnel Plot réalisé avec le logiciel Review Manager 5.4

Annexe 17 – Échelle AMSTAR-2 traduite en français dans le livre de Pallot et al. [89]

Annexe 1 – Graphique représentant le pourcentage pondéral de l'entorse de cheville dans 43 sports différents proposé par Fong et al. [12]

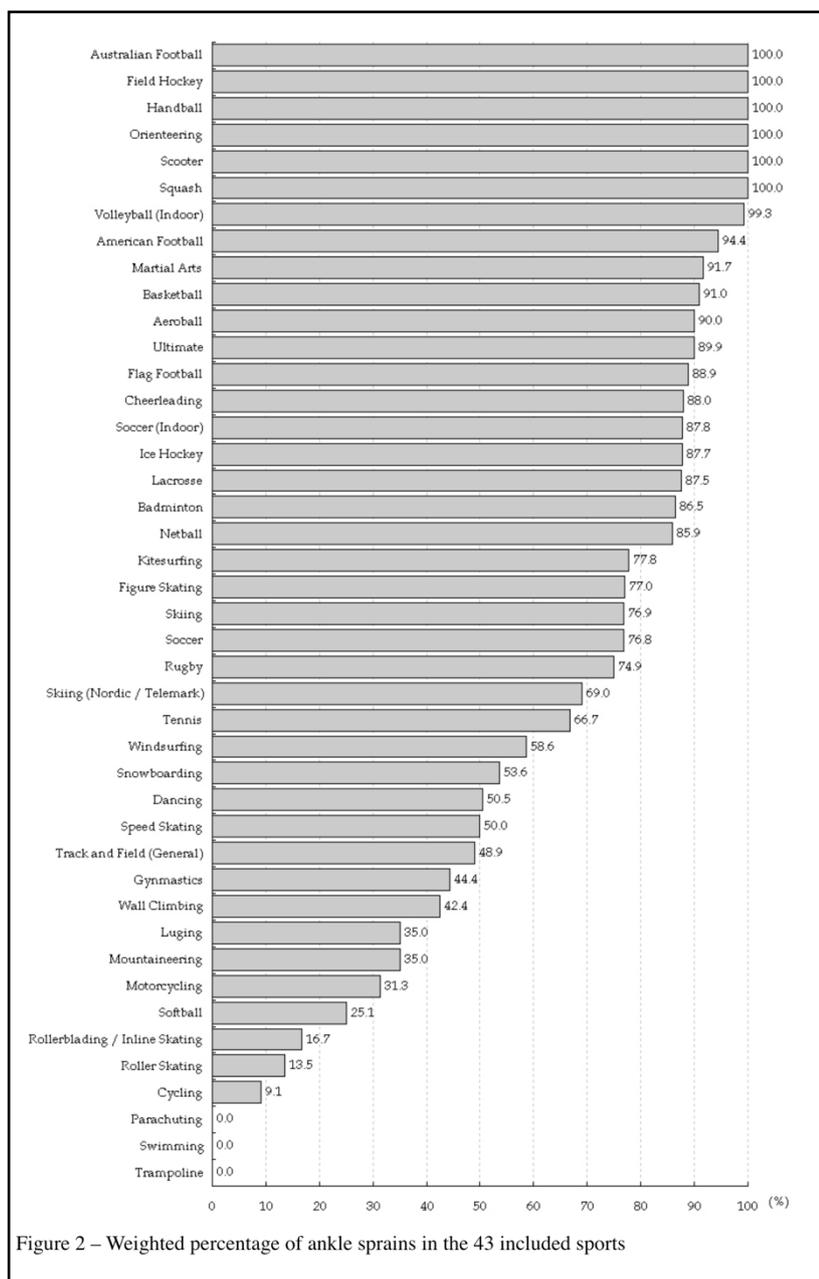
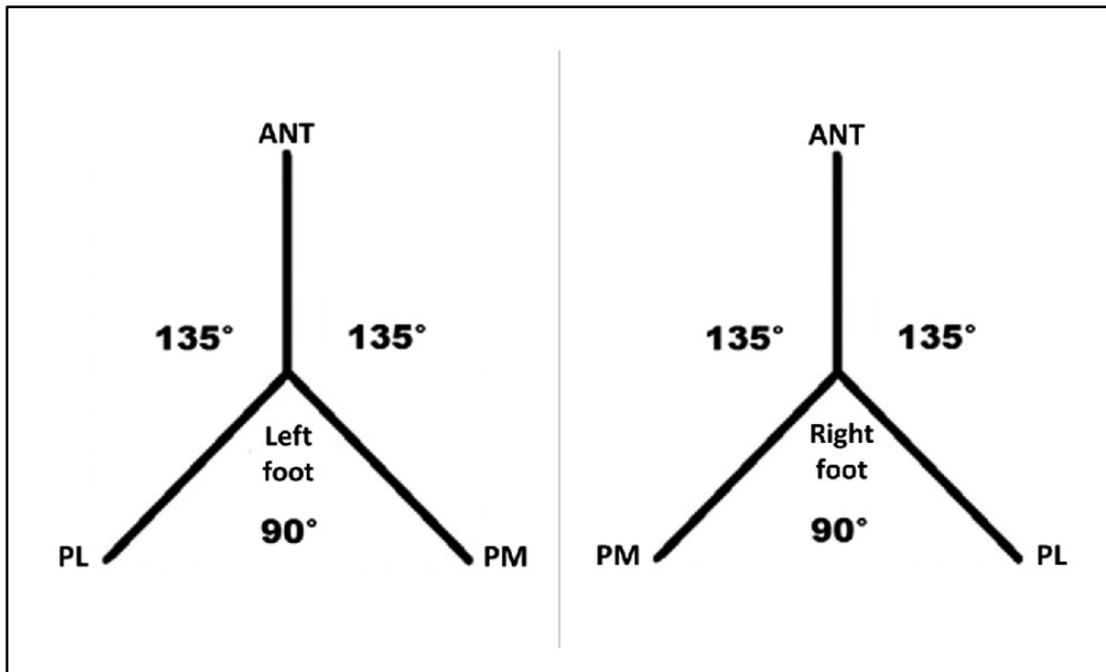


Figure 2 – Weighted percentage of ankle sprains in the 43 included sports

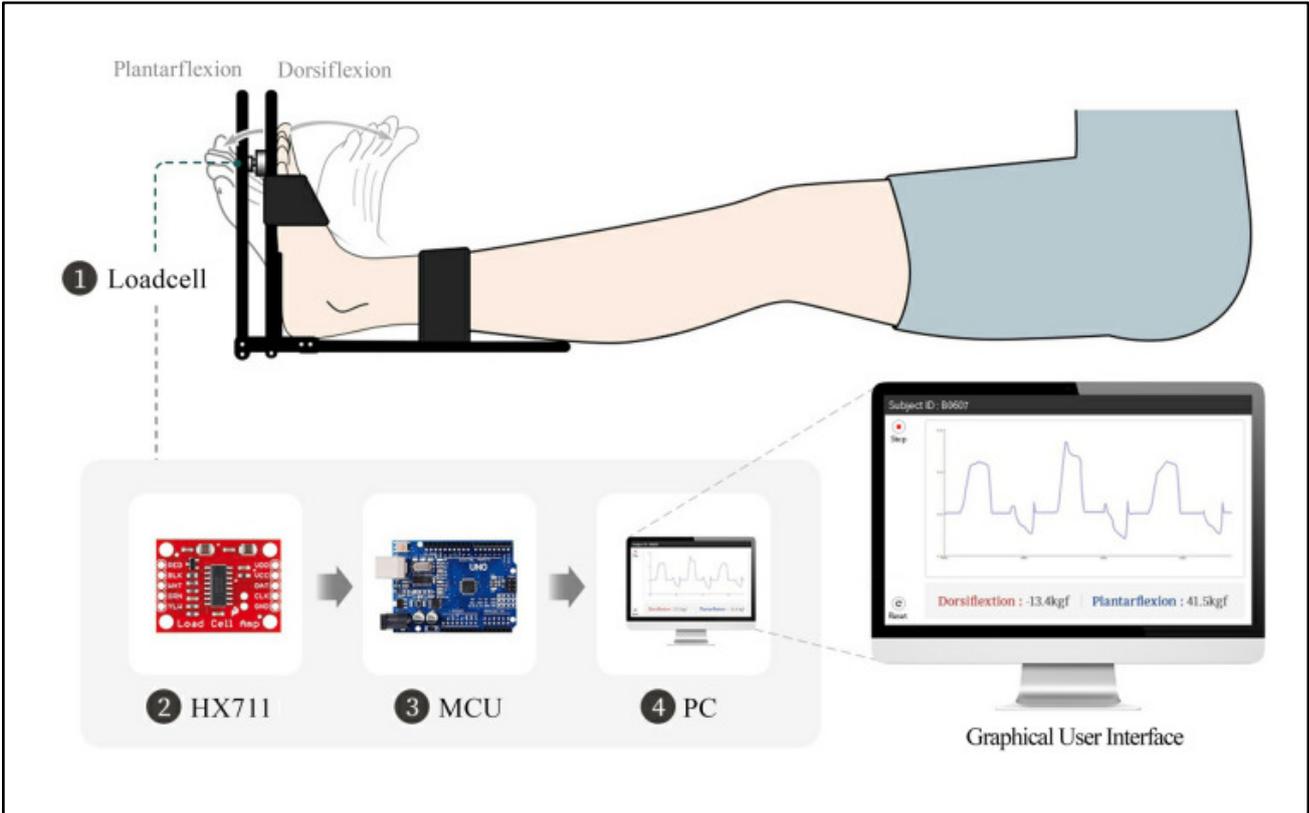
Annexe 2 – Star Excursion Balance Test modifié (SEBTm) et formule de calcul du score composite [45]



$$\begin{aligned} &\text{ANT normalized score (\%)} \\ &= \frac{\text{Mean of the three trials in ANT direction (cm)}}{\text{Tested limb length (cm)}} \times 100. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &\text{normCOMP score (\%)} \\ &= \frac{\text{normANT(\%)} + \text{normPM(\%)} + \text{normPL(\%)}}{3}, \end{aligned}$$

Annexe 3 – Dynamomètre portable [56]



Annexe 4 – Version française du questionnaire FAAM (Foot and Ankle Ability Measure)

Evaluation des capacités fonctionnelles du pied et de la cheville

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).

	4	3	2	1	0	N/A
	Pas de difficulté	Difficulté légère	Difficulté modérée	Difficulté sévère	Incapable de le faire	
Se tenir debout	<input type="checkbox"/>					
Marcher sur un terrain régulier	<input type="checkbox"/>					
Marcher pied nu sur un terrain régulier	<input type="checkbox"/>					
Monter une pente	<input type="checkbox"/>					
Descendre une pente	<input type="checkbox"/>					
Monter les escaliers	<input type="checkbox"/>					
Descendre les escaliers	<input type="checkbox"/>					
Marcher sur un terrain irrégulier	<input type="checkbox"/>					
Monter et descendre d'un trottoir	<input type="checkbox"/>					
S'accroupir	<input type="checkbox"/>					
Se mettre sur la pointe des pieds	<input type="checkbox"/>					
Faire les premiers pas (le matin au réveil / après une position assise prolongée)	<input type="checkbox"/>					
Marcher 5 minutes ou moins	<input type="checkbox"/>					
Marcher environ 10 minutes	<input type="checkbox"/>					
Marcher 15 minutes ou plus	<input type="checkbox"/>					

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

	Pas de difficulté	Difficulté légère	Difficulté modérée	Difficulté sévère	Incapable de le faire	N/A
Les tâches ménagères	<input type="checkbox"/>					
Les activités de la vie quotidienne	<input type="checkbox"/>					
Les soins personnels	<input type="checkbox"/>					
Un travail léger à modéré (se tenir debout, marcher)	<input type="checkbox"/>					
Un travail lourd (pousser/ tirer, grimper, porter)	<input type="checkbox"/>					
Les activités de loisirs	<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 ?

%

Score calculé : 0 %

FAAM Echelle des activités sportives

En raison de votre pied et de votre cheville, quel est votre niveau de difficulté pour faire les activités suivantes :

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

A combien estimez-vous votre niveau actuel de fonctionnement durant vos activités sportives 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 sportives habituelles ?

%

Score calculé : **0** %

Globalement, comment estimez-vous votre niveau actuel de fonctionnement ?

- Normal
 Presque normal
 En dessous de la normale
 Bien en dessous de la normale

Annexe 5 – Questionnaires LEFS (Lower Extremity Functional Scale) et ÉFMI (Évaluation Fonctionnelle des Membre Inférieurs) [58]

We are interested in knowing whether you are having any difficulty at all with the activities listed below because of your lower limb problem for which you are currently seeking attention. Please provide an answer for **each** activity.

Today, do you or would you have any difficulty at all with:

(Circle one number on each line)

<i>Activities</i>	<i>Extreme Difficulty or Unable to Perform Activity</i>	<i>Quite a Bit of Difficulty</i>	<i>Moderate Difficulty</i>	<i>A Little Bit of Difficulty</i>	<i>No Difficulty</i>
a. Any of your usual work, housework, or school activities.	0	1	2	3	4
b. Your usual hobbies, recreational or sporting activities.	0	1	2	3	4
c. Getting into or out of the bath.	0	1	2	3	4
d. Walking between rooms.	0	1	2	3	4
e. Putting on your shoes or socks.	0	1	2	3	4
f. Squatting.	0	1	2	3	4
g. Lifting an object, like a bag of groceries from the floor.	0	1	2	3	4
h. Performing light activities around your home.	0	1	2	3	4
i. Performing heaving activities around your home.	0	1	2	3	4
j. Getting into or out of a car.	0	1	2	3	4
k. Walking 2 blocks.	0	1	2	3	4
l. Walking a mile.	0	1	2	3	4
m. Going up or down 10 stairs (about 1 flight of stairs).	0	1	2	3	4
n. Standing for 1 hour.	0	1	2	3	4
o. Sitting for 1 hour.	0	1	2	3	4
p. Running on even ground.	0	1	2	3	4
q. Running on uneven ground.	0	1	2	3	4
r. Making sharp turns while running fast.	0	1	2	3	4
s. Hopping.	0	1	2	3	4
t. Rolling over in bed.	0	1	2	3	4
Column Totals:					

Score : _____/80

Error (single measure): ± 5 scale points

MDC: 9 scale points

MCID: 9 scale points

Identification du patient : _____ Date : _____

Nous sommes intéressés à savoir si vous avez de la difficulté à réaliser les activités énumérées ci-dessous en rapport avec votre problème au(x) membre(s) inférieur(s) pour lequel vous consultez actuellement. Veuillez fournir une réponse pour chacune des activités.

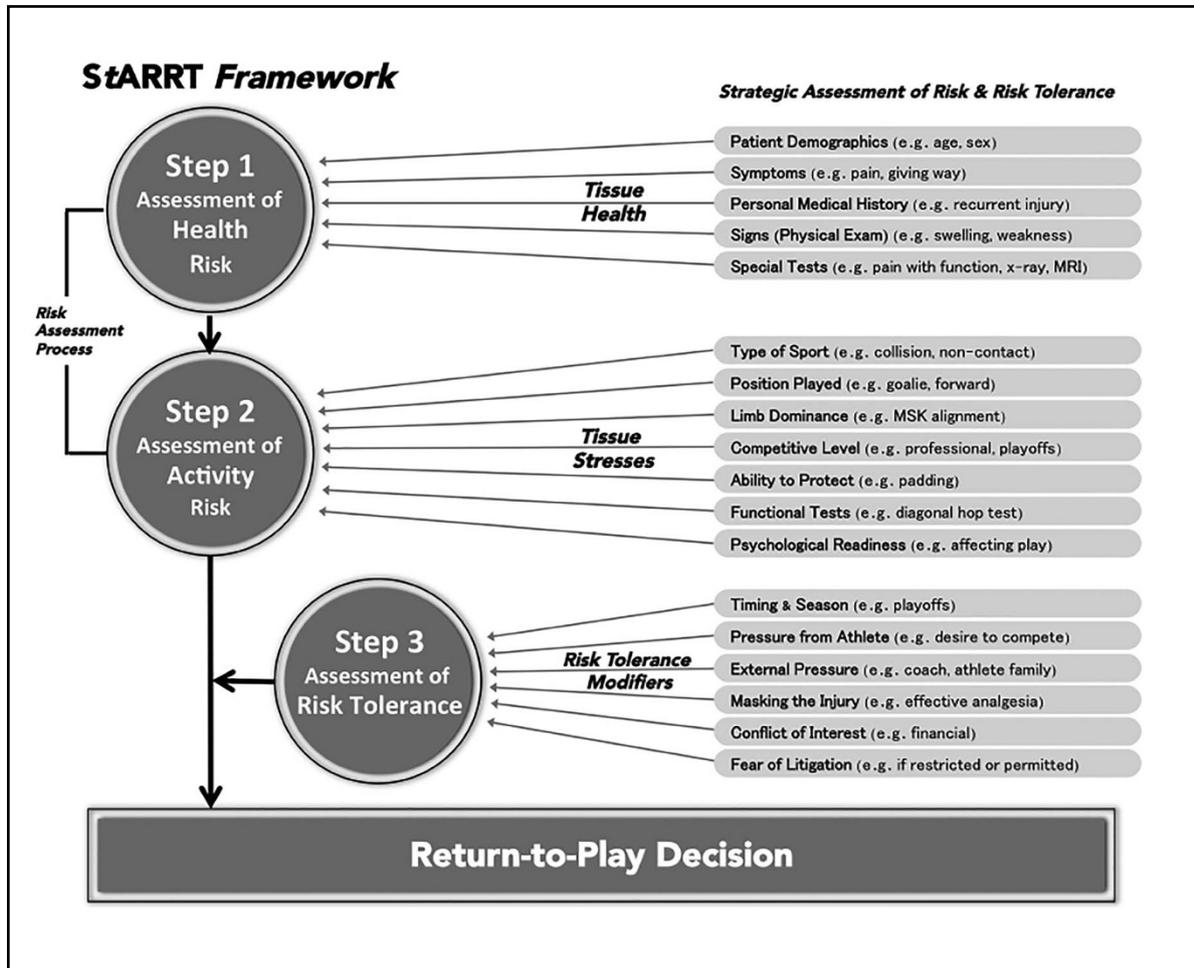
Aujourd'hui, avez-vous ou auriez-vous de la difficulté à :
(encerclez un chiffre par ligne)

	<i>ACTIVITÉS</i>	<i>Extrêmement difficile ou incapable de réaliser l'activité</i>	<i>Beaucoup de difficulté</i>	<i>Difficulté modérée</i>	<i>Un peu de difficulté</i>	<i>Aucune difficulté</i>
a.	Faire vos activités habituelles au travail, à la maison ou à l'école.	0	1	2	3	4
b.	Participer à vos passe-temps, vos loisirs ou vos activités sportives habituelles.	0	1	2	3	4
c.	Entrer ou sortir de la baignoire.	0	1	2	3	4
d.	Marcher d'une pièce à l'autre à la maison.	0	1	2	3	4
e.	Mettre vos souliers ou vos bas.	0	1	2	3	4
f.	Vous accroupir.	0	1	2	3	4
g.	Soulever un objet du plancher, par exemple un sac d'épicerie.	0	1	2	3	4
h.	Effectuer des activités légères autour de la maison, par exemple laver le comptoir.	0	1	2	3	4
i.	Effectuer des activités lourdes autour de la maison, par exemple passer l'aspirateur.	0	1	2	3	4
j.	Entrer ou sortir de la voiture.	0	1	2	3	4
k.	Marcher une distance de deux coins de rue.	0	1	2	3	4
l.	Marcher une distance d'un mille (1.6 km).	0	1	2	3	4
m.	Monter ou descendre 10 marches (environ un étage).	0	1	2	3	4
n.	Vous tenir debout pendant 1 heure.	0	1	2	3	4
o.	Rester assis pendant 1 heure.	0	1	2	3	4
p.	Courir sur un terrain plat.	0	1	2	3	4
q.	Courir sur un terrain inégal.	0	1	2	3	4
r.	Changer brusquement de direction lors d'une course rapide.	0	1	2	3	4
s.	Sautiller.	0	1	2	3	4
t.	Vous retourner dans le lit.	0	1	2	3	4
Total de chaque colonne :						

Score : _____/80

P		PROTECTION Cesser toutes activités provoquant de la douleur lors des premiers jours.
E		ÉLÉVATION Soulever le membre atteint le plus souvent possible, de sorte qu'il soit plus haut que le cœur.
A		ANTI-INFLAMMATOIRES À ÉVITER S'abstenir de prendre des anti-inflammatoires et d'appliquer de la glace.
C		COMPRESSION Installer un bandage élastique, ou encore mieux un taping compressif, pour réduire le gonflement initial.
E		ÉDUCATION Enseigner les bonnes pratiques afin d'éviter la surinvestigation médicale, la surmédication et les modalités passives inutiles.
&		
L		LOAD Quantifier son stress mécanique en intégrant de la mise en charge et du mouvement, sans occasionner de douleur.
O		OPTIMISME Être confiant et positif; conditionner son cerveau en vue d'une guérison optimale.
V		VASCULARISATION Faire des activités cardiovasculaires pour irriguer les tissus endommagés et augmenter leur métabolisme.
E		EXERCICES Favoriser un retour à la normale de la mobilité, de la force et de la proprioception en adoptant une approche active.

Annexe 7 – Le StARRT (The Strategic Assessment of Risk and Risk Tolerance) Framework proposé par Ardern et al. [65]



Annexe 8 – Tableau synthétique résumant huit protocoles de prévention des entorses de cheville proposé par Del Rabal et al. [66]

Auteur	Holm 2004	Mc Guine 2006	Olsen 2005	Soligard 2008	Steffen 2008	O'Driscoll 2011	Filipa 2010	Notre protocole
Population	35 joueuses de handball de première division Age: 23 (\pm 2,5)	765 joueurs et joueuses de football et de basketball Age: 16,4 (\pm 1,2)	958 joueurs et joueuses de handball Age: 16-17 ans	1055 joueuses de football Age: 13-17 ans	1091 joueuses de football Age: 13-17 ans	1 joueur de rugby Age: 19 ans	20 joueuses de football	38 joueuses de football Age: 16,8 (\pm 0,61)
Intervention	Débute pendant la pré-saison	Débute pendant la pré-saison	Pendant les entraînements	Avant les entraînements et les matchs	Avant les entraînements et les matchs	Durant la saison	Durant la saison	Pendant la pré-saison
Durée du protocole	phase 1: 7 semaines phase 2: jusqu'à la fin de saison	phase 1: 4 semaines phase 2: jusqu'à la fin de saison	15 entraînements successifs	Une saison	8 mois	6 semaines	8 semaines	5 semaines
Fréquence	phase 1: 3 fois par semaine phase 2: 1 fois par semaine	phase 1: 5 fois par semaine phase 2: 3 fois par semaine	15 entraînements successifs	Avant les entraînements et les matchs	Avant les entraînements et les matchs	5 fois par semaine	2 fois par semaine	5 fois par semaine
Nombre d'exercices par séance	3	5	3	8	3	6	10 à 13	3
Durée des exercices	5 minutes	2 minutes	5 minutes	variable	5 minutes	variable	variable	5 minutes
Durée d'une séance	15 minutes	10 minutes	15 minutes	20 minutes	15 minutes	20 minutes	1 heure	17 minutes
Progression	5 niveaux	5 niveaux	4 niveaux	3 niveaux	3 niveaux	6 niveaux	5 niveaux	5 niveaux
Résultats SC = score composite EC = entorse de cheville	Amélioration de l'équilibre dynamique, les effets perdurent à 1 an.	Réduction de 38% du nombre d'EC.	Réduction de 30% du nombre d'EC.	Réduction de 28% du nombre d'EC.	Aucune diminution significative du risque d'EC.	Amélioration du SC de 9,5%.	Amélioration du SC de 3%.	Amélioration du SC de 4,6%. Réduction de 35% du nombre d'EC
Remarques	Protocole ciblé sur la prévention de la rupture du LCA. Nécessite du matériel.	Nécessite du matériel.	Nécessite du matériel.	Inspiré du programme FIFA 11+	Evaluation du programme FIFA 11	Etude de cas	Nécessite du matériel. Utilisation du SEBT pour évaluer le protocole.	Cible la cheville. Ne nécessite pas de matériel.

Warm-up Components

1. Aerobic

- 1) Forward Run
- 2) Forward Run & Backward Zig-zag
- 3) Skipping
- 4) Forward Run Progressing Speed

2. Agility

- 1) Single-leg Jumps Over a Line
- 2) Jumps in Place

3. Strength

- 1) Plank
- 2) Side Plank
- 3) Hamstrings
- 4) Walking Lunges
- 5) Side Lunges

4. Balance

- 1) Single-Leg Balance
- 2) Single-Leg Balance Toss



Level 2: With Ball Roll



Annexe 10 – Échelle PEDro

Échelle PEDro – Français

- | | | | |
|---|------------------------------|------------------------------|-----|
| 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 11 – Protocole d'échauffement neuromusculaire extrait de l'étude de Stojanović et al. [77]

Table 1. The novel multicomponent neuromuscular warm-up protocol examined in this study.

Part I: Running combined with active stretching

- 1 Running straight ahead (2 sets, jog back)
- 2 Running high knees (2 sets, jog back)
- 3 Glute kick (2 sets, jog back)
- 4 Hip out (2 sets, jog back)
- 5 Hip in (2 sets, jog back)
- 6 Leg crossovers (2 sets, jog back)

Part II: Plyometrics, balance, and strength

	Level I	Level II	Level III
7	Walking lunge (2 sets, jog back)	Single-leg calf raises (2 sets, jog back)	Walking lunge into calf raises (2 sets, jog back)
8	Double-leg vertical jump – double-leg landing (2 sets, walk back)	Double-leg vertical jump – single-leg landing (2 sets, walk back)	Single-leg vertical jump – single-leg landing (2 sets, walk back)
9	Single-leg lateral jump to double-leg lateral jump (2 sets, walk back)	Single-leg side-to-side jump (2 sets, walk back)	Euro step (2 sets, walk back)
10	Double-leg vertical jump – highest point catch – double-leg landing (2 sets × 5 repetitions)	Double-leg vertical jump – highest point catch performing 90°-turn in the air – double-leg landing (2 sets × 5 repetitions)	Double-leg vertical jump – highest point catch performing 180°-turn in the air – double-leg landing (2 sets × 5 repetitions)
11	Double-leg vertical jump – single-leg landing (2 sets × 5 repetitions)	Single-leg vertical jump – single-leg landing (2 sets × 5 repetitions)	Single-leg vertical jump performing 90°-turn in the air – single-leg landing (2 sets × 5 repetitions)
12	Double-leg vertical jump – two-handed pass (2 sets × 30 sec)	Double-leg vertical jump – one-handed pass (1 set per hand × 30 sec)	Single-leg vertical jump – two-handed pass (1 set per leg × 30 sec)
13	Wall sit (2 sets × 40 sec)	Wall sit march (2 sets × 40 sec)	Dribbling one-legged wall sit (1 set per leg × 25 sec)
14	Ball release core rotations (2 sets × 30 sec)	Round body pass (2 sets × 30 sec)	Figure 8 abs (2 sets × 30–40 sec)
15	Plank (2 sets × 30–40 sec)	Plank with alternating leg lift (2 sets × 30–40 sec)	Plank with leg lift (1 set per leg × 30–40 sec)
16	Side plank (1 set per side × 20–30 sec)	Side plank raise and lower hip (1 set per side × 20–30 sec)	Side plank with leg lift (1 set per side × 20–30 sec)

Part III: Agility

- 17 Mirror forwards and backwards (one set per leader × 15 sec)
- 18 Mirror side shuffle (one set per leader × 15 sec)

Note: Drills 1–6 and 17–18 involving players completing each set from the baseline to the half-way line, then jogging or walking back to the baseline to commence the next set; Drills 10–16 were performed within a small area (3 m × 3 m).

TABLE 1 Bodyweight neuromuscular warm up

1. General activation (with the ball)	
Jog line to line	4 basketball courts
Shuttle run	4 basketball courts
Lateral and backward running	4 basketball courts
2. Mobility Exercises	
Leg swing front-to-back site to side	1/2 × 12
Lateral squats	1/2 × 12
Lunge superior reach	One basketball court
Walking quad stretch	One basketball court
Monster walks	One basketball court
Inverted hamstring stretch	One basketball court
Lateral crossover step	One basketball court
3. Strength Exercises	
Multidirectional lunges	2/3 × 10 bilaterally
Nordic hamstrings	2/3 × 5
Single toe raises	2/3 × 12 bilaterally
Lateral bridge	2/3 × 30 s bilaterally
4. Plyometric Exercises	
Vertical jumps	1/2 × 12
Lateral hops	2/3 × 20 bilaterally
Single-legged hops	2/3 × 20 bilaterally
Forward hops	2/3 × 10
5. Agility Exercises (with the ball)	
Four-way closeout	4 basketball courts
Line drills and sprint	4 basketball courts
Zigzag cones	4 basketball courts
Four corners	4 basketball courts
Pass-sprint and layup	4 basketball courts

eTable 1. Twenty-Minute Neuromuscular Warm-up

<p>Jog^{1,2,3,4} 2 Laps around court or 1 lap around field</p> <p>Dynamic motion^{1,2,3,4} Traveling exercises (2 lengths* each) Jogging Skipping Carioca/grapevine Side shuffle with arm swing Sprint at 75% maximum High-knee skipping High-knee carioca Sprint at 100% maximum Backward jog Bear crawl Butt kickers Backward jog half-length, turn and sprint Diagonal skipping</p> <p>Arm swings – forward and backward (20 reps† each)</p> <p>Trunk rotations (10 in each direction)</p> <p>Leg swings - Front-to-back (10 reps/leg) - Side-to-side (10 reps/leg)</p> <p>Strengthening exercises Heel raises^{1,2,3,4} Squats^{1,2,3} Plank and side plank^{1,2,3,4} Push-ups^{1,2,3,4} Lunges – forward¹, lateral^{2,3,4}, diagonal^{2,3,4} Walking lunge – forward, lateral^{3,4} Prone lifts - Lift arms and legs together^{1,2,3,4} - Lift opposite arm, leg^{1,2,3,4} - Knees flexed to 90°, heels together, hips externally rotated, lift arms/legs^{2,3,4} -</p> <p>Plyometrics (timed‡) Ankle bounces (timed)^{1,2,3,4} Tuck jumps (timed)^{1,2,3} Jump in place, rotating 180° (timed)¹ Squat jumps (timed)^{1,2,3,4} Broad jumps – hold landing (5 reps)¹ Jump over 3-inch cones (timed)^{1,2,3,4} - Front-to-back - Side-to-side Bounding in place (timed)¹ Scissor jumps (timed)² Side-to-side bounding (timed)^{2,4} Single leg hop, hop, stick landing (5 reps/leg)^{2,3,4} Jump, jump, jump, vertical jump (reps)² Single leg jump for distance (5 reps/leg)^{3,4}</p>	<p>Jump into bounding (4 lengths)³ Diagonal bounding (2 lengths)^{3,4}</p> <p>Agility runs Shuttle run^{1,2,3,4} - Between 2 rows of 5 cones; rows 50 ft apart - Sprint to cone, backward jog to next cone (10 reps) Diagonal run^{1,2,3,4} - Between 2 rows of 5 cones; rows 50 ft apart - Sprint to cone, turn, sprint to next cone (10 reps) Lateral shuffle^{1,2,3,4} - Between 2 rows of 5 cones; rows 15 ft apart - Side shuffle from cone to cone (10 reps)</p> <p>*Length = one length of a basketball court (50 ft) †Reps = repetitions ‡Timed = repeated for 10 s (week 1); 20 s (week 2); 30 s (weeks ≥3) ¹ Week 1; ²Week 2; ³ Week 3; ⁴ Week 4 and beyond</p>
--	---

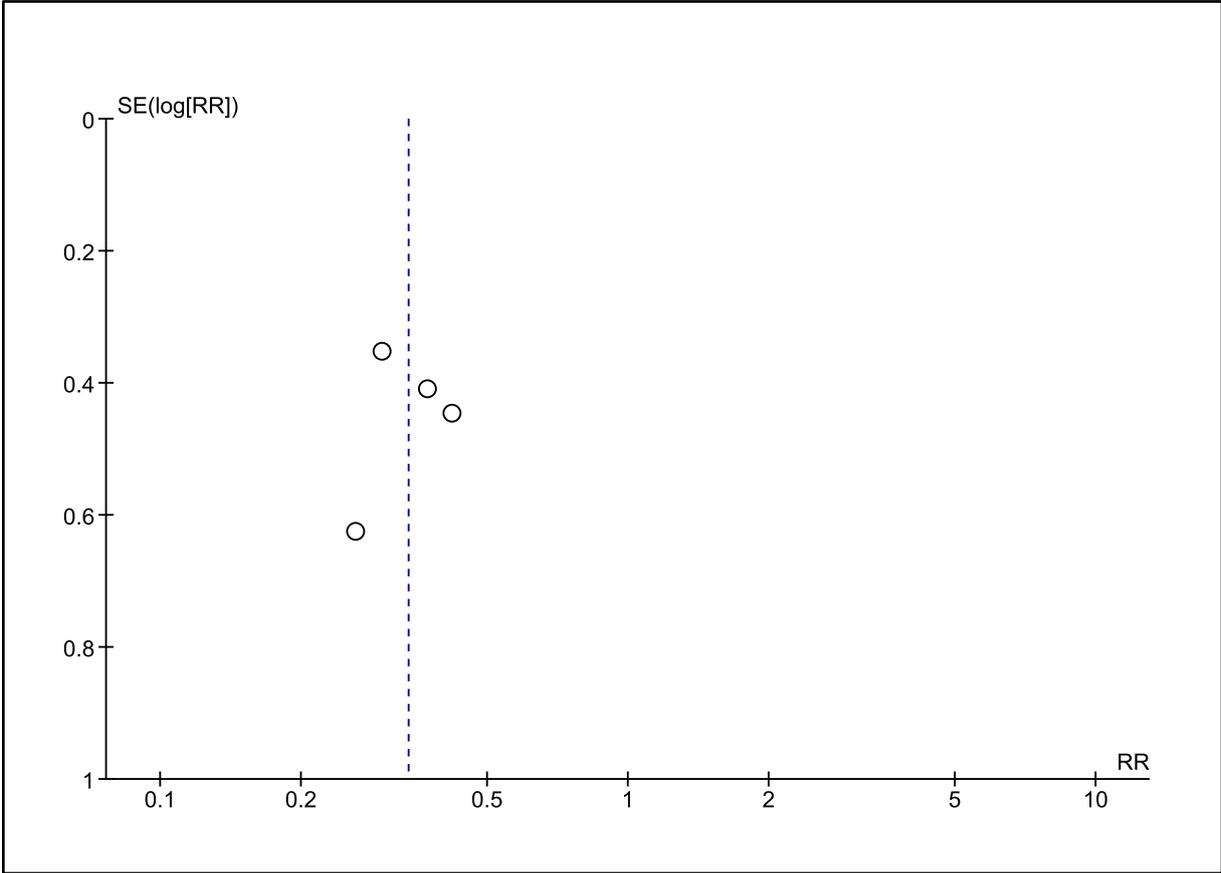
Annexe 14 – Facteurs qui influencent la cotation de la qualité des données scientifiques d’après les RBP de l’HAS. Tableau 10, page 18.

Facteurs	Description du facteur	Niveau de qualité de départ (nombre de niveaux en moins ou en plus)
Type d'études	essais contrôlés randomisés	élevé
	études observationnelles*	faible
Facteurs qui peuvent diminuer le niveau de qualité des données scientifiques provenant d'études observationnelles et d'essais contrôlés randomisés	risque de biais	
	sérieux	(-1)
	très sérieux	(-2)
	hétérogénéité des résultats	
	importante	(-1)
	très importante	(-2)
	caractère direct des données	
	incertitude	(-1)
	incertitude majeure	(-2)
	imprécision	
	sérieuse	(-1)
	très sérieuse	(-2)
	biais de publication	
	probable	(-1)
	très probable	(-2)

Annexe 15 – Type de protocole préférentiellement proposé pour une question donnée d’après les RBP de l’HAS. Annexe 3, page 64.

Question	Protocole
THÉRAPEUTIQUE Efficacité	Étude contrôlée randomisée
THÉRAPEUTIQUE Sécurité	Étude contrôlée randomisée ou suivi de cohorte
DIAGNOSTIC Reproductibilité/Variabilité	Transversal comparatif avec répétition de mesure
DIAGNOSTIC Sensibilité/Spécificité	Transversal comparatif avec étalon-or
DIAGNOSTIC Efficacité/Utilité	Étude contrôlée randomisée
DIAGNOSTIC Stratégie	Étude contrôlée randomisée ou arbre décisionnel
CAUSALITÉ Phénomène contrôlable fréquent	Étude contrôlée randomisée
CAUSALITÉ Phénomène non contrôlable fréquent	Suivi de cohorte (exposés/non exposés)
CAUSALITÉ Phénomène rare	Étude cas-témoin
PRONOSTIC Maladie fréquente	Étude contrôlée randomisée ou suivi de cohorte
PRONOSTIC Maladie rare	Étude cas-témoin

Annexe 16 – Funnel Plot réalisé avec le logiciel Review Manager 5.4.



Annexe 17 – Échelle AMSTAR-2 traduite en français dans le livre de Pallot et al. [89]

Tableau 15.7. Échelle AMSTAR-2 [34].

Items	Cotation
1. Est-ce les questions de recherche et les critères d'inclusion de la revue incluait les critères PICO?	<ul style="list-style-type: none"> - Oui : présence de la description des quatre critères PICO dans la revue - Facultatif (mais recommandé) : présence de l'échéancier de suivi - Non : si ce n'est pas le cas
2. Est-ce le rapport de la revue contient une déclaration explicite indiquant que la méthode a été établie avant de conduire la revue? Est-ce que le rapport justifiait toute déviation significative par rapport au protocole?	<ul style="list-style-type: none"> - Oui : les éléments de « oui partiel » plus l'enregistrement du protocole et le fait de spécifier : <ul style="list-style-type: none"> - une méta-analyse/un plan de synthèse (le cas échéant) ET - un plan pour rechercher les causes de l'hétérogénéité - Oui partiel : les auteurs déclarent disposer d'un protocole (ou d'un guide) comprenant tous les éléments suivants : <ul style="list-style-type: none"> - questions de recherche - stratégie de recherche - critères d'inclusion et d'exclusion - évaluation des risques de biais - Non : si ce n'est pas le cas
3. Les auteurs ont-ils expliqué leur choix de schémas d'étude à inclure dans la revue?	<ul style="list-style-type: none"> - Oui : la revue doit satisfaire l'un des critères suivants : <ul style="list-style-type: none"> - explication de l'inclusion exclusive d'ECR OU - explication de l'inclusion exclusive d'études interventionnelles non randomisées (EINR) OU - explication de l'inclusion d'ECR et d'EINR - Non : si ce n'est pas le cas
4. Les auteurs ont-ils utilisé une stratégie de recherche documentaire exhaustive?	<ul style="list-style-type: none"> - Oui : les éléments de « oui partiel » plus l'ensemble des critères suivants : <ul style="list-style-type: none"> - avoir cherché dans les listes de références et les bibliographies des études incluses ET - avoir cherché dans les registres d'essais/études ET - avoir consulté le contenu/avis des experts dans le domaine ET - avoir recherché dans la littérature grise (le cas échéant) ET - avoir effectué la recherche dans les 24 mois précédant l'achèvement de la revue - Oui partiel : si tous les éléments suivants sont présents : <ul style="list-style-type: none"> - avoir recherché dans au moins deux bases de données pertinentes par rapport à la question posée ET - avoir fourni les mots-clés et la stratégie de recherche ET - avoir justifié les restrictions quant aux publications (par exemple pour la langue) - Non : si ce n'est pas le cas

Items	Cotation
5. Les auteurs ont-ils effectué la sélection des études en double?	<ul style="list-style-type: none"> - Oui : si l'un des éléments suivants est présent : <ul style="list-style-type: none"> - au moins deux évaluateurs se sont accordés de manière indépendante sur la sélection des études éligibles et ont abouti à un consensus sur les études à inclure OU - deux évaluateurs ont sélectionné un échantillon d'études éligibles et ont obtenu un bon accord (au moins 80 %), le reste étant sélectionné par un seul évaluateur - Non : si ce n'est pas le cas
6. Les auteurs ont-ils effectué l'extraction des données en double?	<ul style="list-style-type: none"> - Oui : si l'un des éléments suivants est présent : <ul style="list-style-type: none"> - au moins deux évaluateurs ont abouti à un consensus sur les données à extraire des études incluses OU - deux examinateurs ont extrait les données d'un échantillon d'études éligibles et ont obtenu un bon accord (au moins 80 %), le reste étant extrait par un seul évaluateur - Non : si ce n'est pas le cas
7. Les auteurs ont-ils fourni une liste des études exclues et justifié les exclusions?	<ul style="list-style-type: none"> - Oui : l'élément de « oui partiel » plus le fait d'avoir justifié l'exclusion de chaque étude potentiellement pertinente - Oui partiel : s'ils ont fourni une liste de toutes les études potentiellement pertinentes qui ont été lues sous leur forme de texte intégral mais qui ont été exclues de la revue - Non : si ce n'est pas le cas
8. Les auteurs ont-ils décrit les études incluses de manière suffisamment détaillée?	<ul style="list-style-type: none"> - Oui : les éléments de « oui partiel » plus l'ensemble des critères suivants : <ul style="list-style-type: none"> - avoir décrit la population en détails ET - avoir décrit l'intervention en détail (y compris la posologie le cas échéant) ET - avoir décrit le comparateur en détail (y compris la posologie le cas échéant) ET - avoir décrit le cadre de l'étude ET - avoir décrit l'échéancier de suivi - Oui partiel : si tous les éléments suivants sont présents : <ul style="list-style-type: none"> - avoir décrit la population ET - avoir décrit l'intervention ET - avoir décrit le comparateur ET - avoir décrit les critères de jugement ET - avoir décrit les schémas d'étude - Non : si ce n'est pas le cas
9. Les auteurs ont-ils utilisé une technique satisfaisante pour évaluer le risque de biais des études individuelles incluses dans la revue?	<p>Concernant les ECR :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Oui : les éléments de « oui partiel » plus le fait d'avoir également évalué les risques de biais : <ul style="list-style-type: none"> - d'une séquence d'allocation qui n'était pas vraiment aléatoire ET - de la sélection du résultat rapporté parmi plusieurs mesures ou analyses d'un critère de jugement donné - Oui partiel : le fait d'avoir évalué les risques de biais : <ul style="list-style-type: none"> - d'une assignation non secrète ET - d'une absence d'aveuglement des patients et des évaluateurs lors de l'évaluation des résultats (inutile pour des résultats objectifs tels que la mortalité) - Non : si ce n'est pas le cas <p>Concernant les EINR :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Oui : les éléments de « oui partiel » plus le fait d'avoir également évalué les risques de biais : <ul style="list-style-type: none"> - des méthodes utilisées pour déterminer les expositions et les critères de jugement ET - de la sélection du résultat rapporté parmi plusieurs mesures ou analyses d'un critère de jugement donné - Oui partiel : le fait d'avoir évalué les risques de biais : <ul style="list-style-type: none"> - provenant de facteur de confusion ET - provenant de biais de sélection - Non : si ce n'est pas le cas

<p>10. Les auteurs ont-ils indiqué les sources de financement des études incluses dans la revue?</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Oui : s'ils ont rapporté les sources de financement des études individuelles incluses dans la revue (le fait de rapporter que les relecteurs ont recherché cette information mais qu'elle n'était pas rapportée par les auteurs de l'étude est également admissible) - Non : si ce n'est pas le cas
<p>11. Si une méta-analyse a été effectuée, les auteurs ont-ils utilisé des méthodes appropriées pour la combinaison statistique des résultats?</p>	<p>Concernant les ECR :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Oui : si : <ul style="list-style-type: none"> - les auteurs ont justifié la combinaison des données dans la méta-analyse ET - ils ont utilisé une technique de pondération appropriée pour combiner les résultats des études et ont ajusté pour l'hétérogénéité le cas échéant ET - ont examiné les causes de toute hétérogénéité - Non : si ce n'est pas le cas <p>Concernant les EINR :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Oui : si : <ul style="list-style-type: none"> - les auteurs ont justifié la combinaison des données dans la méta-analyse ET - ils ont utilisé une technique de pondération appropriée pour combiner les résultats des études et ont ajusté pour l'hétérogénéité le cas échéant ET - ils ont statistiquement combiné les estimations d'effet des EINR qui ont été ajustées sur les facteurs de confusion, plutôt que de combiner des données brutes, ou ont justifié la combinaison des données brutes lorsque les estimations de l'effet ajustées n'étaient pas disponibles ET - ils ont présenté séparément des synthèses des estimations pour les ECR et les EINR lorsque ces deux schémas étaient inclus dans la revue - Non : si ce n'est pas le cas
<p>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?</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Oui : si <ul style="list-style-type: none"> - ils ont inclus seulement des risques de biais faibles pour les ECR OU - si l'estimation groupée était basée sur des ECR et/ou des EINR à risque de biais variable, les auteurs ont effectué des analyses pour étudier les possibles impacts des risques de biais sur la synthèse des estimations des effets - Non : si ce n'est pas le cas
<p>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?</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Oui : si : <ul style="list-style-type: none"> - ils ont inclus seulement des risques de biais faibles pour les ECR OU - si les ECR avec des risques de biais modérés à importants, ou des EINR, ont été inclus, la revue fournissait une discussion sur l'impact probable des risques de biais sur les résultats - Non : si ce n'est pas le cas
<p>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?</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Oui : si : <ul style="list-style-type: none"> - il n'y avait pas d'hétérogénéité significative dans les résultats OU - si l'hétérogénéité était présente, les auteurs ont effectué une investigation des sources de toute hétérogénéité dans les résultats et ont discuté leur impact sur les résultats de la revue - Non : si ce n'est pas le cas
<p>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?</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Oui : s'ils ont effectué des tests graphiques ou statistiques pour le biais de publication et ont discuté de la probabilité et de l'ampleur de l'impact des biais de publication - Non : si ce n'est pas le cas
<p>16. Les auteurs ont-ils rapporté toute source potentielle de conflit d'intérêts, y compris tout fond reçu pour réaliser la revue?</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Oui : si : <ul style="list-style-type: none"> - les auteurs n'ont signalé aucun conflit d'intérêts OU - les auteurs ont décrit leurs sources de financement et comment ils ont géré les conflits d'intérêts potentiels - Non : si ce n'est pas le cas

Titre (en Français) : 1ère lettre en majuscule : Intégrer la reprogrammation neuromusculaire à l'échauffement en prévention des entorses de cheville chez les basketteurs.

Titre (en anglais) : 1ère lettre en majuscule : Integrating neuromuscular reprogramming into warm-up to prevent ankle sprains in basketball players.

Nombre de pages (avec les annexes) : 90

Directeur du Mémoire : Adrien Blachère

Résumé (en français) (en minuscule) : **Introduction** : Le basket-ball est un sport explosif et à haute intensité provoquant un nombre de blessure considérable. Parmi elles, les blessures de cheville et plus particulièrement les entorses de cheville représentent 38 à 45% de l'ensemble des blessures, les plaçant au centre des préoccupations. À cet égard, la reprogrammation neuromusculaire possède un rôle préventif non-négligeable au milieu de nombreuses autres techniques existantes. **Objectif** : L'objectif de cette revue de littérature est d'évaluer l'efficacité d'un échauffement axé sur la reprogrammation neuromusculaire sur la prévention des entorses de cheville chez les basketteurs. **Méthode** : Une recherche dans la littérature a été effectuée dans 5 bases de données, principalement PubMed, PEDro et Cochrane nous permettant de sélectionner quatre études et plus précisément des essais contrôlés randomisés (ECR), type d'étude préférentiel afin de répondre à la question clinique posée. La qualité méthodologique des études a pu être évaluée au moyen de l'échelle PEDro. **Résultats** : L'analyse des études rapporte des scores PEDro allant de 4 à 6 sur 10 traduisant la présence de biais méthodologiques. Les données statistiques extraites des quatre études ont permis la modélisation d'un forest plot général avec un intervalle de confiance moyen estimé de 0.34 [0.22, 0.52], en faveur d'un effet positif de la reprogrammation neuromusculaire sur la prévention des entorses de cheville chez les basketteurs. **Discussion** : Malgré une méthodologie rigoureuse, de nombreux biais demeurent encore présents dans cette revue de littérature, les résultats convergent néanmoins vers la même conclusion avec une hétérogénéité plutôt faible. La parution d'autres études élargies à d'autres populations et avec des critères de jugement plus précis permettrait d'augmenter la qualité des preuves de cette revue.

Résumé (en anglais) (en minuscule) : **Introduction** : Basketball is an explosive, high-intensity sport that causes a considerable number of injuries. Among them, ankle injuries and more specifically ankle sprains account for 38-45% of all injuries, making them a key concern. In that respect neuromuscular reprogramming has a non-negligible preventive role among the many other existing techniques. **Objective** : The purpose of this literature review is to evaluate the effectiveness of a warm-up focusing on neuromuscular reprogramming in preventing ankle sprains in basketball players. **Method** : A literature search was carried out in 5 databases mainly PubMed, PEDro and Cochrane enabling us to select four studies and more specifically randomized controlled trials (RCTs), the preferred type of study for answering the clinical question posed. The methodological quality of the studies was assessed using the PEDro scale. **Results** : Analysis of studies reports PEDro scores ranging from 4 to 6 out of 10 indicating the presence of methodological biases. The statistical data extracted from the four studies enabled the modeling of a general forest plot with an estimated mean confidence interval of 0.34 [0.22, 0.52], in favor of a positive effect of neuromuscular reprogramming on the prevention of ankle sprains in basketball players. **Discussion** : Despite rigorous methodology, many biases are still present in this literature review, but the results nevertheless converge towards the same conclusion, with rather low heterogeneity. The publication of further studies extending the scope of this review to other populations, and using more precise judgement criteria, would enhance its quality of evidence.

Mots clés (en français) (en minuscule) : entraînement neuromusculaire, échauffement, prévention, entorse, basketteurs.

Mots clés (en anglais) (en minuscule) : neuromuscular training, warm-up, prevention, ankle sprain, basketball players.