AIX-MARSEILLE UNIVERSITÉ

ÉCOLE DES SCIENCES DE LA RÉADAPTATION
FORMATION EN MASSO-KINÉSITHÉRAPIE

Prédire la survenue de l'entorse latérale de cheville à l'aide d'un test fonctionnel ? Validité prédictive du *SEBT*, *Hop test* et *FMS®* ?

LHEUREUX JOHAN

Directeur de mémoire : **M. ERCOLANO**

D.E.M.K. Marseille 2020

N° 92

Remerciements

Je tiens à remercier en premier lieu mon tuteur B. Ercolano pour m'avoir encadré durant cette année.

Je remercie tous les membres de l'équipe pédagogique et de l'administration qui ont su faire preuve de bienveillance à l'égard des passerelles ainsi que les kinés m'ayant encadrés en stage.

Je n'oublie pas ma femme, qui a fait avec mon caractère durant ces 4 années.

À mes parents, ceux sans qui je n'en serai pas là. À mon frère qui a toujours gardé un œil sur mon parcours.

Enfin, à mes amis, ceux de la première heure comme ceux que j'ai rencontré sur les bancs des amphithéâtres.

En dernier lieu, une pensée pour toi le chauve, Yves. Tu as été un des rares soutiens inconditionnels dès que j'ai choisi de me former à un nouveau métier. Tu faisais partie des braves avec qui aller au charbon était un plaisir.

Oh ! Qu'acò's bèu ! Plan plan s'envisque lou radié d'estùdi. La libertat es l'èr sus lo morre. Adessias et loungo mai !

Table des matières

1 Introduction 1
1.1 Les entorses de cheville et l'entorse latérale de cheville 2
1.2 Anatomie et fonction de la cheville 2
1.2.1 La pince tibio-fibulaire et l'articulation talo-crurale 3
1.2.2 L'arrière-pied et l'articulation sous talienne 4
1.2.3 Stabilité et cinématique articulaire 4
1.3 Les classifications de l'entorse de cheville 5
1.4 Incidence, mécanisme lésionnel, facteur de risque 6
1.4.1 Les facteurs de risque intrinsèques 7
1.4.2 Facteurs extrinsèques 8
1.4.3 *Incitig event* : mécanisme lésionnel 8
1.4.4 Les facteurs pronostiques 9
1.5 Histoire naturelle des complications de l'entorse de cheville : récurrence des entorse, Cheville Chronique Instable (*CAI*) et ostéoarthrose. 9
1.6 Les traitements de l'entorse de cheville 10
1.7 Quel test fonctionnel (*FPT*) peut diagnostiquer une cheville chronique instable ?.. 11
1.7.1 Le *Star Excursion Balance Test* (*SEBT*) 12
1.7.2 Les *Hop Test* 12
1.7.3 Le *Functional Mouvement Screen* (*FMS®*) 13
1.8 Kinésithérapie et l'intérêt de la prévention 13
1.8.1 Le modèle préventif de Bahr 13
1.8.2 Kinésithérapie et prévention secondaire 15
2 Méthodologie 16
2.1 Objectif de cette étude 16
2.2 Une étude clinimétrique prédictive ? 16
2.3 Schéma d'étude 16
2.4 Définition de la question de recherche 17
2.5 Critère d'éligibilité des études 18
2.6 Critère d'inclusion et d'exclusion 18
2.7 Variable quantitative continue et qualitative ordinale des tests fonctionnels 18
2.8 Méthodologie de recherche des études 19

2.9 Méthode d'extraction et analyse des données 19
2.9.1 Sélection des études 19
2.9.2 L'intérêt de l'analyse des biais 20
2.9.3 Extraction des données et synthèse des résultats 20
3 Résultats 22
3.1 Description des études 22
3.1.1 Diagramme de flux 22
3.1.2 Articles inclus 23
3.2 Risque de biais des études 27
3.3 Validité prédictive 28
3.3.1 *FMS®* et *HOP TEST* 28
3.3.2 *SEBT* et *YBT* 29
4 Analyse et discussion 32
4.1 *FMS* 32
4.2 *Hop Test* 33
4.3 *SEBT* et *YBT* 35
4.3.1 Le mécanisme lésionnel influe-t-il sur la performance du *FPT* ? 35
4.3.2 Durée de suivi et durée d'exposition 36
4.3.3 Les diagonales du *SEBT* sont-elles inféodées au genre des individus ? 36
4.3.4 Capacité prédictive du *YBT* 38
4.3.5 La masse et la taille des individus influent la capacité prédictive du *SEBT* ? 39
4.3.6 Peut-on s'appuyer sur les données de l'incidence en fonction du sport ? 40
4.3.7 Les critères de réalisation des *FPT* : des techniques de réalisation variable 41
4.3.8 Affiner la définition de l'entorse de cheville améliore-t-elle la performance des *FPT* ? 41
4.3.9 Le *cut-off* ou valeur seuil peut-il être transposer d'un sport à un autre ? 42
4.4 Intérêt pour la recherche 44
4.4.1 Contraintes financières et temporelles 44
4.4.2 Quels sont les risques ? 45
4.4.3 La performance prédictive des *FPT* au travers de la littérature scientifique 45
4.5 Qualité des preuves et biais potentiel de la revue 47
4.5.1 Liens d'intérêt 48

Conclusion 49
Bibliographie 51
Annexe .....

Table des illustrations

Figure 1 : Le complexe ligamentaire latéral de la chevlle et de l'articulation sous talienne selon Kapandji [20] 4
Figure 2 : Modèle descriptif des causes de la CAI[64] 10
Figure 3 : Diagonales du SEBT[83] 12
Figure 4 : Approche préventive selon Bahr et Krosshaug [27] 14
Figure 5 : Diagramme de flux des études sélectionnées 22

Tableau 1 : Classification de Malliaropoulos : grade et lésion ligamentaire 6
Tableau 2 : Retour à la pratique sportive de Malliaropoulos 6
Tableau 4 : Tableau récapitulatif des données anthropométriques des études inclues 24
Tableau 5 : Tableau récapitulatif des paramètres extrinsèques aux populations 25
Tableau 6 : Biais des études incluses réalisés à l'aide de la NOS 27
Tableau 7 : Récapitulatif des données extraites pour les hop test et le FMS® 28
Tableau 8 : Récapitulatif des données extraites pour les études ne fournissant pas de courbe ROC 29
Tableau 9 : Récapitulatif des données extraites pour le YBT 30
Tableau 10 : Récapitulatif des données extraites pour le SEBT 31
Tableau 11 : Interprétation de l'effet des ratios de vraisemblance 32

Table des annexes

Annexe 1 : Illustration du mouvement du side to side hop test [123]
Annexe 2 : BESS (Balance Error Scoring System)
Annexe 3 : Illustration du multiple hop test [123]
Annexe 4 : Illustration des mouvements du FMS®[124]
Annexe 5 : Tableau des articles exclus
Annexe 6 : NOS
Annexe 7 : Score à la NOS
Annexe 8 : R-AMSTAR

Abréviations

SEBT : *star excursion balance test*

m*SEBT* : *SEBT* modifié

SEBT-ANT : star excursion diagonale antérieure

SEBT-PM : star excursion diagonale postéromédiale

SEBT-PL : star excursion diagonale postérolatérale

%LL : distance réalisée au *SEBT* rapporté en pourcentage de longueur de jambe du patient

Ass : mesure de l'asymétrie entre les distances réalisées au *SEBT* entre les deux membres inférieurs du patient

Comp : score composite des scores réalisés aux 3 diagonales du *SEBT*

FMS® : *fonctional mouvement screen*

YBT : *Y balance test*

DLBT : *dynamic leap balance test*

LAS : entorse latérale de cheville

CAI : cheville chronique instable

Se : sensibilité

Sp : spécificité

RV+ : ratio de vraisemblance positif

RV- : ratio de vraisemblance négatif

AUC : aire sous la courbe (*Area Under the Curve*)

ROC : receiver operating characteristic

Cut-off : valeur seuil

LTFA : ligament talo-fibulaire antérieur

LCF : ligament fibulo-calcanéen

LTFP : ligament talo-fibulaire postérieur

SLHP : *single leg hop test*

MHT : *multiple hop test*

NOS : *Newcastle Ottawa scale*

1 Introduction

L'entorse de cheville est-elle considérée comme une pathologie bégnine ou tout au moins considérée en tant que telle par la population ? De la « foulure » sans gravité, évoquée à tort ou à raison par le patient à la suite d'un léger traumatisme de la cheville qui ne l'amènera pas à consulter, jusqu'à l'entorse avec rupture ligamentaire et l'impossibilité de marcher quelques jours, l'entorse de cheville serait-elle l'arlésienne de A. DAUDET pour le soignant ? Ce personnage, décisif de l'intrigue mais qui pourtant ne figure jamais physiquement dans le récit. Un traumatisme léger, apparemment sans conséquence pour l'individu mais qui peut influencer ses activités de la vie quotidienne sur le long terme. Hiller *et al.,*[1] rapportent que 70% de la population indique avoir encouru au moins une blessure de la cheville. Cependant, Mc Kay *et al*.,[2] mettent en avant que seulement 56% d'une population de sportifs recherchent ou profitent d'un traitement médical après avoir subi une entorse. D'après Kemler *et al*.,[3], dans *Ankle injuries in the Netherlands: Trends over 10–25 years*, l'occurrence de l'entorse de cheville augmente de 1986 à 2010, alors que les données montrent une diminution de la prise en charge de cette pathologie dans les services d'urgence. Une partie de la population ne suit donc pas de programme de rééducation, où se tourne vers d'autres pratiques. Cooke *et al*.,[4] évoquent une incapacité de travail de 6,9 jours en moyenne. Plus précisément une durée d'ITT (Incapacité Temporaire totale de Travail) allant de 6 jours pour une entorse de cheville avec appui à 21 jours pour les entorses avec arrachement osseux, en opposition aux 15 jours pour une fracture de l'hallux et 120 pour une fracture ouverte du membre inférieur, la faible impotence fonctionnelle après le trauma serait-elle à l'origine de cette vision bénigne de l'entorse ? Cependant, dans une population de basketteurs, un des sports avec le plus haut taux d'incidence, il semblerait que les athlètes ayant subi une entorse bénigne (grade 1 ou 2) comparés à ceux avec un entorse grave (grade 3) ont de plus grands risques de soutenir une seconde entorse [5]. L'aspect bénin, courant de l'entorse remet-il donc en question l'accès au soin ?

Aux USA, 2 millions d'entorses de la cheville ont lieu chaque année[6,7] faisant de cette pathologie une des blessures musculosquelettiques les plus nombreuses, notamment chez les personnes actives. Elle est à l'origine de 7 à 10% des consultations aux urgences hospitalières françaises. En 1991, la prise en charge par un kinésithérapeute avait lieu en moyenne de 5,5 semaines chez les hommes à 10,5 semaines chez la femme après le traumatisme et seulement 15 % des patients étaient pris en charge lors de la première semaine [8]. Quels sont les facteurs amenant à consulter à distance et non de prime abord ?

À travers la littérature l'entorse de cheville semble liée à la persistance de symptômes à travers le temps : douleur, récurrence de l'entorse, gonflement, déficit fonctionnel, trouble de l'équilibre, sensation de dérobement de la cheville. 74% des patients ont au moins un symptôme persistant de 1 à 4 ans après le traumatisme[9]. Pour Kondrasen *et al*.,[10] 32–74% des individus souffrent de symptômes chroniques à 7 ans d'intervalle après le primo trauma. Heller *et al*.,[11] indiquent que 52% des individus ayant eu une entorse de cheville développent des symptômes chroniques sur une durée de 10 ans. Outre l'aspect bénin pour le patient, le développement de symptômes à long terme voir d'une cheville chronique instable, serait-il le motif de cette prise en charge tardive ou faut-il comprendre qu'une

rééducation inadéquate, un retour à l'activité sportive/professionnelle trop rapide, une mauvaise connaissance la physiopathologie de l'entorse ou le manque de données concernant le nombre de patient ne cherchant pas de conseil médical[12], expliqueraient pourquoi nous observons un taux élevé de lésions.

Dans un premier temps, il semble judicieux de définir ce que l'on nomme par l'entorse de cheville et de rappeler les données anatomiques et cinésiologiques qui concernent cette articulation.

1.1 Les entorses de cheville et l'entorse latérale de cheville

L'entorse de cheville est une atteinte d'un ou plusieurs ligaments de la cheville dû à un mécanisme direct ou indirect. Sa gravité est variable, allant de l'élongation à la rupture partielle voir totale. Il existe trois différents types de lésions, chacune spécifique à un mécanisme lésionnel et un ensemble ligamentaire.

1. L'entorse latérale avec lésion du complexe ligamentaire collatéral latéral (le ligament talo-fibulaire antérieur est principalement atteint, suivi par le ligament calcanéo--fibulaire).
2. L'entorse médiale avec atteinte du ligament collatéral médial.
3. L'entorse de la syndesmose touchant le ligament tibio-fibulaire antéroinférieur et postérieur qui peut être associée à une entorse du ligament collatéral médial.

Doherty *et al*.,[13] dans leur revue systématique donnent une incidence de 0,96 ‰ pour l'entorse latérale, 0,38 ‰ pour l'entorse de la syndesmose et 0,03 ‰ pour l'entorse médiale. Sha *et al*.,[14] donnent une incidence de 3,02 ‰ pour l'entorse latérale, 0,0086 ‰ pour l'entorse de la syndesmose et 0,0062 ‰ pour l'entorse médiale. D'après Ferger *et al*.,[15] dans leur étude épidémiologique aux USA indiquent que pour 825 718 entorses de cheville diagnostiquées, 96,2% concernaient des entorses de cheville latérale. Ainsi, nous nous centrerons uniquement sur l'entorse latérale de cheville qui est définie par Delahunt *et al*.,[16] comme une « lésion traumatique aiguë du complexe ligamentaire latéral de l'articulation de la cheville, liée à une inversion excessive de l'arrière-pied ou une combinaison de flexion plantaire associée à une adduction du pied ».

1.2 Anatomie et fonction de la cheville

Le complexe articulaire de la cheville regroupe trois articulations : l'articulation talo-crurale, l'articulation subtalaire et l'articulation tibio-fibulaire inférieure. La stabilité de ce complexe est rattachée à trois facteurs : la congruence des surfaces articulaires en charge, la laxité ligamentaires et la tension exercée par les unités musculo-tendineuse[17,18]. La fonction de la cheville est de permettre la déambulation en répartissant des contraintes verticales (accélération et décélération du poids de l'individu) en contraintes horizontales lors de l'appui plantaire [19], elle joue un rôle de levier pour le triceps sural. La marche sollicite l'ensemble des articulations de l'arrière-pied. Les mouvements de la cheville peuvent être décomposés dans les trois plans de l'espace[20] avec :

- La flexion plantaire (le cou-de-pied s'éloigne de la face antérieure du tibia) et la flexion dorsale (le cou-de-pied se rapproche de la face antérieure du tibia), réalisées dans le plan sagittal, selon un axe passant par les deux malléoles dans le plan frontal.

- L’abduction (la pointe du pied se porte en dehors) et l’adduction (la pointe du pied se porte en dedans) sont réalisées dans le plan horizontal, selon l’axe longitudinal de la jambe.
- La supination (la plante du pied s’oriente vers l’intérieur) et la pronation (la plante du pied s’oriente vers l’extérieur) s’effectuent dans le plan frontal, selon l’axe de Henké.
- L’inversion est la combinaison de la flexion plantaire, l’adduction et la supination. L’éversion combine le mouvement de flexion dorsale, abduction et pronation.

1.2.1 La pince tibio-fibulaire et l’articulation talo-crurale

La pince tibio-fibulaire se compose de la partie inférieure du tibia et de la fibula. Il s’agit d’une syndesmose dont la stabilité passive dépend de l’intégrité de la membrane interosseuse, de la capsule articulaire ainsi que du ligament tibio-fibulaire antérieur et postérieur.

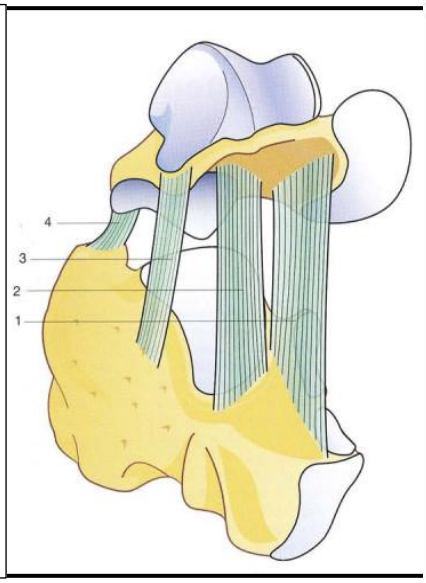
L’articulation talo-crurale est constituée proximalement de la pince tibio-fibulaire (ou mortaise tibio-fibulaire) et distalement le dôme du talus (tenon). Il s’agit d’une articulation ginglyme. L’axe bimalléolaire permet la flexion dorsale associée à l’éversion et l’adduction ou la flexion plantaire associée à l’abduction et la pronation.

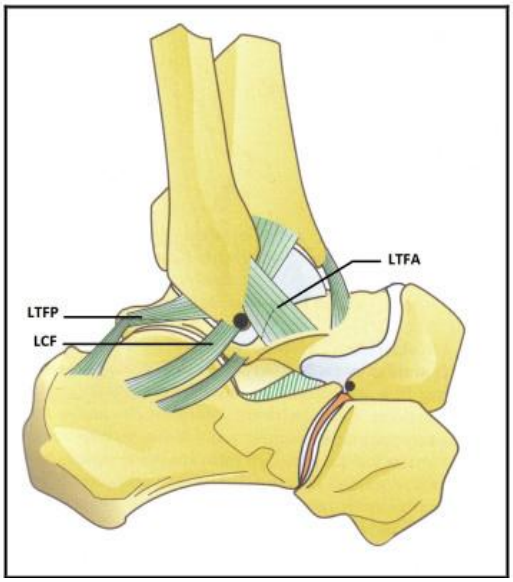
En charge, les surfaces articulaires limitent la translation et la rotation du talus. Cependant, la stabilité articulaire passive dépend aussi du système ligamentaire. Il existe deux ligaments principaux, le ligament collatéral médial, qui est le plus puissant de l’ensemble ligamentaire et le ligament collatéral latéral qui est le plus faible aux contraintes d’étirement[21]. Le ligament collatéral latéral se compose de trois faisceaux (Figure 1 : Le complexe ligamentaire latéral de la chevlle et de l’articulation sous talienne selon Kapandji [20]) :

- Le ligament talo-fibulaire antérieur (LTFA) ou faisceau antérieur. Il part du bord antérieur la malléole latérale à la face latérale du col du talus où il se divise en deux insertions (*strain rate* de 263,6 ± 164,3 Newton[21]).
- Le fibulo-calcanéen (LCF) ou faisceau moyen. Il a pour origine le bord antérieur la malléole latérale et pour terminaison le tubercule calcanéen latéral du talus. Il est renforcé par le ligament talo calcanéen (*strain rate* de 367,8 ± 79,8 Newton[21]).
- Le talo-fibulaire postérieur (LTFP) ou faisceau postérieur. Il s’étend de la fossette rétro malléolaire fibulaire au tubercule latéral du talus (*strain rate* de 351,4 ± 110,8 N[21]).

Figure 1 : Le complexe ligamentaire latéral de la chevlle et de l'articulation sous talienne selon Kapandji [20]

1. Ligament interosseux talo-calcanéen antérieur
2. Ligament interosseux talo-calcanéen postérieur
3. Ligament talo-calcanéen latéral
4. Ligament talo-calcanéen postérieur





1.2.2 L'arrière-pied et l'articulation sous talienne

L'arrière-pied se compose du talus, du calcanéus et de l'articulation subtalaire. L'articulation subtalaire est une double trochoïde inversée. Elle se compose de deux cavités articulaires distinctes, chacune possédant une capsule articulaire qui lui est propre. Elles sont séparées par sillon talo-calcanéen ou sinus du tarse. La surface articulaire subtalaire postérieure fait face à la surface postéro-supérieure du calcanéus. La surface articulaire subtalaire antérieure est formée par la tête du talus, le naviculaire, les facettes antérosupérieures et le sustentaculum-tali du calcanéus ainsi que la surface proximale du naviculaire. La stabilité est assurée par différents éléments ligamentaires (Figure 1 : Le complexe ligamentaire latéral de la chevlle et de l'articulation sous talienne selon Kapandji [20]) :

- Le ligament interosseux talo-calcanéen, ou ligament en haie de Farabeuf, composé de deux faisceaux.
- Le ligament talo-calcanéen antérieur, qui correspond au faisceau antérieur du ligament interosseux.
- Le ligament talo-calcanéen postérieur, médial et latéral (ou ligament cervical) (Figure 1 : Le complexe ligamentaire latéral de la chevlle et de l'articulation sous talienne selon Kapandji [20])

1.2.3 Stabilité et cinématique articulaire

La position de stabilité maximale correspond au niveau talo-crural à la flexion dorsale maximale et au niveau subtalaire à la position d'éversion avec valgus calcanéen. Lors de la marche, la cheville apparaît en instabilité potentielle[18].

Du point de vue de la subtalaire, lors d'un mouvement de supination, le ligament cervical est mis en tension en premier, suivi par le ligament talo-calcanéen interosseux si le mouvement se majore.

Au niveau de la talo-crurale, si le mouvement en supination de la subtalaire est associé à un mouvement de flexion plantaire, le LTFA contrôle le tiroir antérieur ainsi que l'inversion et la rotation interne excessive du talus sous la pince tibio-fibulaire. La tension du LTFA augmente lors du passage de la position neutre à la flexion plantaire. La tension du CFL est constante lors des mouvements de la cheville, sa tension est augmentée en supination et rotation interne du calcanéus[22].

La stabilité active est dépendante de la contraction des muscles des trois loges de la cheville (antérieure, latérale et postérieure). La contractilité des muscles entraine une protection dynamique du complexe de la cheville. De plus, la stabilité de la cheville est corrélée aux informations afférentes de la loge musculaire antérieure du tibia (tibial antérieur, long extenseur des orteils, long extenseur de l'hallux), de la loge latérale des muscles de la jambe (long fibulaire, court fibulaire), de la loge postérieure (long fléchisseur de l'hallux, long fléchisseur des orteils, tibial postérieur, gastrocnémiens et soléaire) et des informations des récepteurs cutanés[23]. Dans une étude portant sur la proprioception, l'équilibre et le temps de réaction neuromusculaire Kondrasen *et al*.,[24] mettent en avant que les données afférentes provenant du long fibulaire traitant de la kinesthésie de la cheville, comparées à celle des mécanorécepteurs des structures ligamentaires latérales (les corpuscules de Pacini, organes tendineux de Golgi, des corpuscules de Ruffini et des terminaisons nerveuses libres) sont les informations principalement prises en compte par le cerveau pour maintenir l'équilibre. Wu *et al*.,[25] dans une étude cadavérique montrent que les corpuscules de Pacini sont les mécanorécepteurs prédominants en nombre au niveau du complexe ligamentaire latéral. De plus, les auteurs concluent que la fonction principale des structures ligamentaires latérales est de détecter la vitesse angulaire appliquée à l'articulation. Il faut noter que le tibial antérieur et le long extenseur des orteils assistent la stabilisation de la talo-crurale et du tarse durant la phase de mise en charge du pied lors de la marche[17].

La stabilité de la cheville dépend donc des facteurs osseux, ligamentaires et musculaires. Nous avons vu que chaque ligament est mis en tension en fonction des mouvements appliqués à la cheville, et chacun d'entre eux présente une charge maximale différente. Il semble donc judicieux d'évoquer les différentes classifications disponibles pour le professionnel de santé afin de caractériser l'entorse latérale de cheville.

1.3 Les classifications de l'entorse de cheville

Différentes classifications de la gravité de l'entorse latérale existent (De Lecluse, Bordet, Brasseur et Morvan, Castaing, O'donghue, Malliaropoulos), toutes s'accordent sur une classification en 3 grades en fonction du nombre de ligament atteint. Nous présentons ici la classification de Malliaropoulos car celle-ci est la seule nous donnant un lien entre grade de l'entorse et la durée de restriction de participation (Tableau 1 et 2).

Classification de Malliaropoulos		
Grade 1		Étirement du LTFA
Grade 2		Rupture totale du LTFA, Rupture partielle du LCF
Grade 3	3a	Rupture totale du LTFA, LCF, LTFP, atteinte de la capsule
	3b	Rupture totale du LTFA, LCF, LTFP, atteinte de la capsule, une différence de distance supérieure à 3 mm entre la surface articulaire postérieure du tibia et le point le plus proche du talus sur la radiographie en comparaison de la cheville indemne

Tableau 1 : Classification de Malliaropoulos : grade et lésion ligamentaire

***Return to play*, selon Malliaropoulos**	
Grade 1	7,2 +/- 1,6 jours
Grade 2	15 +/- 2,1 jours
Grade 3a	30,22 +/- 3,1 jours
Grade 3b	55,4 +/- 4,9 jours

Tableau 2 : Retour à la pratique sportive de Malliaropoulos

Afin de mieux comprendre ce traumatisme et de mettre en place une stratégie préventive, il semble judicieux d'évoquer l'épidémiologie, les mécanismes lésionnels, les complications ainsi que l'efficacité des traitements rééducatifs de l'entorse latérale de cheville.

1.4 Incidence, mécanisme lésionnel, facteur de risque

D'après la revue systématique de Fong *et al.*,[26], les traumatismes de la cheville représentent 11 à 20% des blessures du sportif. La cheville se situe donc à la seconde place des blessures les plus représentées juste après les traumatismes du genoux (16 à 27%). 33 à 73% des traumatismes de la cheville correspondent à une entorse latérale.

Dans l'optique de développer un programme de prévention des blessures du ligament croisé antérieur, Bahr and Krosshaug [27] ont développé un process permettant une approche globale des mécanismes et des causes de blessures. Ce modèle s'appuie sur les interactions entre les facteurs de risques intrinsèques et extrinsèques, le facteur influençant la tolérance des tissus aux forces appliquées dessus (niveau d'entrainement, équipement sportif, chaussure) et le mécanisme de lésion (biomécanique du mouvement lésionnel, lésion de contact ou de non-contact). Les facteurs de risques intrinsèques augmentent le risque de soutenir une blessure ce qui prédispose l'individu. Les facteurs de risques extrinsèques se superposent aux risques précédents. Une fois exposé à ces facteurs de risque, l'athlète devient susceptible de subir une entorse. Enfin, l'événement traumatique (lésion de contacte ou de non contacte, passage de la phase pendulaire de la marche à la phase d'appuie) et le

mécanisme lésionnel (les mouvements mettant en tension les structures conjonctives) sont déterminant pour la compréhension globale de l'évènement.

1.4.1 Les facteurs de risque intrinsèques

1. Le sexe : Doherty *et al*.,[13] mettent en avant une incidence plus élevée pour les femmes par rapport aux hommes (13,6 vs 6,94 ‰). Pour Witchalls *et al*.,[28] et Vuuberg *et al*.,[29] être de sexe féminin est un facteur de risque. Il faut noter que Waterman *et al*.,[6] indiquent que l'incidence pour une population féminine quadragénaire est plus élevée que pour leur homologue masculin.
2. L'âge : Doherty *et al*.,[13] démontrent l'effet de l'âge sur l'incidence (enfant : 2,85 ‰ ; adolescent : 1,94 ‰ ; adulte : 0,72 ‰)
3. Une diminution du contrôle postural [17,29–31] : l'évaluation du contrôle de l'équilibre a été réalisé à l'aide d'une multitude de test différent à travers la littérature tels que : des *force plate* (plateforme de stabilométrie) ou tests fonctionnels *(Star excursion balance test* ou *SEBT*, *Hop test*, *single leg balance test*, …). Les auteurs observent une diminution des performances du membre pathologique comparé au membre controlatéral.
4. Une diminution de la sensibilité articulaire [28] : les patients effectuent plus d'erreurs au test de la statesthésies en position d'inversion de la cheville.
5. La force musculaire : un diminution de la force des muscles de la hanche [32,33], de la contraction excentrique des muscles inverseurs et une augmentation de la force des fléchisseurs dorsaux.
6. Dorsiflexion limitée : Fraser *et al*., [22] mettent en avant une diminution de l'amplitude articulaire en flexion dorsale de 7 degrés (dorsiflexion groupe de control : 20,7 ± 6,5 ; groupe entorse latérale : 13,1 ± 6,0). Cependant, Vuurberg *et al*.,[29] dans leur méta-analyse indiquent qu'ils ne retrouvent pas de corrélation significative entre l'amplitude du mouvement articulaire chez une population saine par rapport à une population atteinte de LAS.
7. Les déformations anatomiques du pied[34,35] :déformation du *cavovarus* (pied creux), augmentation de la largeur du pied et augmentation de l'amplitude des mouvements d'éversion calcanéenne.
8. La taille et le poids de l'individu, [29,31,36–38]. Une forte corrélation entre la rupture du LCF et le poids a été retrouvée[21].
9. La fatigabilité[39–42]. D'après Lacey et Donne [39], les mesures effectuées l'aide du *SEBT* montrent une diminution des valeurs directement après l'effort. Cependant, 4 minutes après l'exercice, les valeurs mesurées à l'aide du *SEBT* redeviennent équivalentes à celle pré-fatigue. Seib *et al*.,[40] observent une diminution des valeurs du *SEBT* ou du temps de stabilisation plus marqué pour la population avec un antécédent d'entorse après un effort global ou un entrainement spécifique de la cheville. Mohammadi et Roozdar [42] dans une étude portant sur une population de footballeurs testent la statesthésie pré et post entrainement en demandant aux sportifs de reconnaitre deux positions choisies par les auteurs (inversion maximale, 15 degrés d'inversion) en actif et passif. Les auteurs constatent une diminution des capacités des athlètes à reconnaitre ces deux positions après l'entrainement (En actif avant match, les valeurs sont en degrés : 1,7+/-0,9 ; après match 2,9+/-1,1 p=0,001 ;

en passif 2,7+/- 1,3, après match : 4,4+/-2,7 p=0,001). Verschueren *et al*., [41] dans leur revue de littérature concluent que l'inhibition de la sensibilité profonde articulaire liée à la fatigue pourrait être une contrainte vis-à-vis du risque de récidive d'entorse.

10. Le temps de réaction musculaire [36,43–47]. D'après Konradsen et Ravn [47] le temps de réaction des fibulaires chez une sujet sain est de 0,06 à 0,08 seconde. Ainsi, le retard d'activation des fibulaires lors de l'attaque du pas (0,11 secondes) ou lors de la phase de pré-contacte augmenterait l'adduction et la rotation interne de la cheville et le risque de blessure[44–46]. Li *et al.,*[43] observent une réduction du temps d'activation du long fibulaire (de 100 ms à 45 ms) et une augmentation de l'activité du tibial antérieur lors de la phase de pré-contacte avant la survenue de l'entorse. Gerhing *et al*.,[45] mettent en avant une diminution de l'activité du long fibulaire 40 ms après le début de la phase d'appui. Toutefois, dans la méta-analyse de Kobayashi *et al*.,[36], les auteurs concluent que le délais d'activation du long fibulaire et du tibial antérieur n'influe pas sur le risque d'avoir une entorse. Notons que dans cette méta-analyse ne sont pas pris en compte les articles de Li et Gerhing.
11. Antécédant d'entorse [28,36,48] : dans le cadre sportif, 46% des entorses diagnostiquées lors de la pratique du volleyball, 28% pour la pratique du basketball et 19% pour le football sont des blessures récurrentes[49]. Dans sa revue systémique, Grassi *et al*.,[30] montrent une corrélation entre la diminution de la stabilité et le risque de blessure suite à une primo entorse.

1.4.2 Facteurs extrinsèques

50% des entorses de la cheville surviennent durant la pratique sportive, 27% sont liées à une chute dans les escaliers et 7% ont eu lieu sur sol plat [6,26]. Cependant, dans une population générale, 48% des traumatismes ont lieu au domicile, 28,5% sur le lieu de loisir, 20,5% à l'école ou dans un bâtiment public et seulement 3% dans la rue.

Dans la pratique sportive, le type de terrain a aussi son importance, Doherty *et al*.,[13] donnent les incidences suivantes : 7‰ pour les sports d'intérieur, 3,7‰ pour les sports d'eau ou de glace, et 1,0‰ pour les sports d'extérieur.

1.4.3 *Incitig event* : mécanisme lésionnel

Les entorses latérales de la cheville surviennent lors d'un déplacement rapide du centre de gravité du corps sur le pied porteur lors du passage de la phase pendulaire à la phase d'appui ou lors d'un contact avec un élément extérieur. La cheville roule vers l'extérieur, tandis que le pied tourne vers l'intérieur, provoquant l'étirement et la déchirure du ligament latéral.

Différentes études se basant sur la motion capture concluent que le mécanisme de lésion au niveau de la cheville inclue un mouvement à haute vélocité (1400°/s) de supination associé à une adduction de la cheville durant la phase d'appui[26,43–46,50–52]. Lors de la réception après un saut, d'après Skazalsk *et al*.,[52], le mécanisme de lésion inclut uniquement une adduction et supination rapide sans flexion plantaire. Purevsuren *et al*.,[51] proposent de considérer l'adduction et la supination comme un facteur de risque primaire, et la flexion plantaire ou dorsale en facteur de risque secondaire. Notons qu'une contraction tardive des muscles fibulaires et du tibial antérieur peut amener à une sensation de dérobement ou à

l'entorse [43,53]. À la fin de la phase oscillante, le positionnement du membre inférieur dans une situation de vulnérabilité (la cheville en supination et adduction, un genou en extension[53]) est un paramètre initiant l'entorse latérale de cheville[43,45,54].

1.4.4 Les facteurs pronostiques

Après la survenue entorse, la connaissance des facteurs pronostics, bon ou mauvais, à court, moyen et long terme, peuvent montrer un intérêt dans l'approche préventive de la récurrence des entorses ou le développement de complication. En effet, le modèle de Bahr, repris par Delahunt, oriente les stratégies préventives en fonction de l'occurrence d'une primo entorse. Nous avons vu que seulement 50% d'une population de sportifs cherchent un conseil médical à la suite de leur entorse. Ainsi, la connaissance des facteurs pronostics peut permettre la mise en place d'un programme de prévention spécifique au patient, en identifiant les individus susceptibles d'avoir une mauvaise récupération après l'occurrence d'une entorse n'ayant pas été diagnostiquée ou traitée.

L'âge est un facteur de bon ou mauvais pronostic à court, moyen et long terme. Au plus le patient est jeune, meilleure est son pronostic [55–57]. La pratique d'une activité sportive à haut niveau d'entrainement est un mauvais facteur de pronostic comparé à une pratique de faible intensité ou aucune activité sportive [29,55]. Être une femme, la répétition d'entorse, la douleur, la sévérité de la lésion (le nombre de faisceaux touchés ou la contusion osseuse) sont facteurs de mauvais pronostic[29,55–57].

1.5 Histoire naturelle des complications de l'entorse de cheville : récurrence des entorse, Cheville Chronique Instable (CAI) et ostéoarthrose.

L'entorse latérale de cheville a le plus haut taux de récidive comparé à l'ensemble des pathologies musculosquelettiques du membre inférieur, avec un risque de récurrence augmenté par deux lors de la première année[58,59]. 40% des individus ayant eu une entorse latérale vont développer au moins un symptôme de la cheville chronique instable (*CAI*) [60]. L'acronyme *CAI* est utilisé pour décrire les symptômes chroniques se développant après entorse latérale de cheville[7]. Les symptômes comprennent : une diminution de la force, une diminution de l'amplitude articulaire, une altération du contrôle postural, une altération du mouvement, une sensation d'instabilité de la cheville, une récurrence des entorses à un an de la première entorse[11,16,17,35,55,60–63]. Hertel *et al*.,[64] proposent un modèle descriptif pour la cheville instable, s'appuyant sur huit paramètres : la lésion tissulaire primaire, les déficiences pathomécaniques, les déficiences sensori-perceptives, les déficiences motrices et comportementales, les facteurs personnels et environnementaux, les interactions des items précédents et les résultats cliniques. Notons toutefois, dans l'optique de choisir un test fonctionnel à valeur prédictive, Song *et al*.,[65] mettent en avant que les patients atteint de *CAI* semble utiliser majoritairement les afférences visuelles pour maintenir la statique unipodal (Figure 2 : Modèle descriptif des causes de la CAI*[64]*).

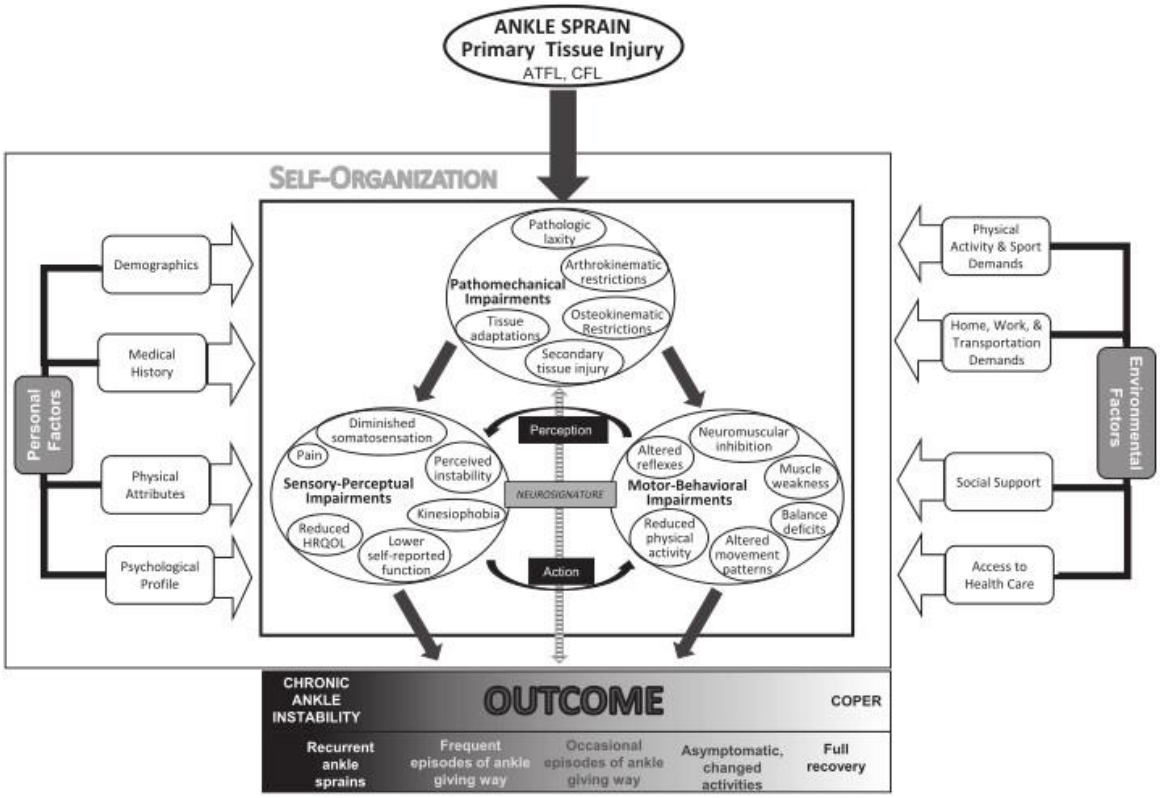


Figure 2 : Modèle descriptif des causes de la CAI[64]

13 à 22% des cas d'ostéoarthrose de la cheville sont dû à une entorse latérale. La moitié des cas d'ostéoarthrose se développe après la primo entorse. De plus, la répétition d'entorses augmentent le risque de développer de l'ostéoarthrose[58,59]. Cependant, les auteurs concluent que les mécanismes de développement de l'ostéoarthrose sont encore mal connus.

1.6 Les traitements de l'entorse de cheville

Depuis 2010, différentes revues se sont penchées sur l'efficacité des traitements de l'entorse de cheville. La HAS, dans ses recommandations de bonnes pratiques de 2006 à l'intention des kinésithérapeutes dans la prise en charge des entorses, propose un traitement fonctionnel (immobilisation par orthèse et mobilisation précoce) avec pour critère de jugement la douleur, l'œdème, la mobilité, la stabilité fonctionnelle et les activités de la vie quotidienne.

En période aigue, le protocole *RICE* (*rest, ice, compression, élévation*) ou POLICE (*protection, optimal loading, ice, compression, élévation*) est en vigueur. Cependant, dans leur revue de littérature, Vuurberg *et al*.,[29] étudient l'effet individuel de chaque item du protocole ou leur combinaison avec un traitement fonctionnel. Le traitement fonctionnel est défini par un traitement conservateur de la fonction articulaire (équilibre, amplitude). Les auteurs concluent qu'il n'y pas d'évidence pour l'utilisation d'un seul de ses items, sauf pour l'utilisation conjointe de cryothérapie et d'un traitement fonctionnel. L'utilisation d'anti inflammatoire non stéroïdiens peut être associé avec des complications et retarder le processus cicatriciel[29]. Enfin, l'utilisation de support fonctionnel et notamment l'orthèse sur 4 à 6 semaines montre un meilleur effet que l'immobilisation [66,67].

À la suite d'une primo entorse, la probabilité de subir à nouveau une entorse est majorée durant la première année. Cependant, d'après la littérature, la mise en place d'un protocole de rééducation basé sur le travail de l'équilibre diminue les chances de récurrence comparé à une population n'ayant pas suivie de protocole rééducatif.[29,67,68]. Au sujet de la réduction de l'incidence, trois revues de littérature concluent que le traitement fonctionnel réduit l'incidence de l'entorse [68–70]. En améliorant le contrôle postural, la statesthésie et la kinesthésie, la récurrence de l'entorse est réduite au même niveau que le groupe de contrôle[29]. Aucun programme de rééducation spécifique n'est pour le moment établi[71]. aucune étude ne traite de l'efficacité du travail en autonomie ou supervisé par un profession[29]. Toutefois, l'efficacité du traitement semble être corrélé à la charge de travail. En effet, une durée de réentrainement supérieur à 900 minutes, soit 15 heures de travail effectif, améliore l'efficacité du traitement[67]. D'après Tsikopoulos *et al*.,[72], un programme de rééducation centré uniquement sur l'équilibre dynamique, étendu sur 4 semaines devrait être la pierre angulaire pour développer la stratégie de rééducation. Vuurberg *et al*., [29] proposent l'utilisation d'un soutien élastique durant 6 mois après la première entorse.

La thérapie manuelle ne montre un effet que sur le court terme (douleur, amplitude articulaire) [29,73,74]. L'utilisation d'un maintien souple de la cheville montre un effet bénéfique sur la récurrence et la gravité des entorses ultérieures [29,75].

En résumé, comparé à l'ensemble des pathologies musculosquelettiques du membre inferieur, l'entorse latérale a le plus haut taux de récidive avec un risque récurrence augmenté par deux lors de la première année. Près de 40% de la population atteinte d'une entorse va développer un de symptômes d'une *CAI*, et 50% de la population ne va pas rechercher d'avis médical après s'être blessé. Quelles mesures prophylactiques peuvent être mener par le kinésithérapeute ? D'après la littérature, l'utilisation d'orthèse et la mise en place d'un programme de rééducation (supérieur à 900 minutes de réentrainement) centré sur l'équilibre semblent être indiqués pour réduire la récurrence de l'entorse. Quels sont donc les tests fonctionnels qui permettent d'évaluer l'équilibre dynamique et de diagnostiquer une *CAI* ?

1.7 Quel test fonctionnel (FPT) peut diagnostiquer une cheville chronique instable ?

Le contrôle de l'équilibre dépend de différentes informations sensitives fournies par : les afférences visuelles, les données vestibulaires et l'état de la proprioception (statesthésie, kinesthésie) du patient. De multiples tests existent, le *Balance Error Scoring System* (*BESS*) a été retenu par *l'ankle consortium* [12] pour évaluer l'équilibre statique.

Cependant, nous avons vu précédemment que la diminution de la force des muscles moteurs du genoux et de la hanche (fléchisseur, abducteur, rotateur latéraux) semblent influencer de manière néfaste l'évaluation de l'équilibre dynamique chez une population atteinte de *CAI* [76–79]. D'après la méta analyse de Wikstrom *et al*.,[80] et Pourkezami *et al*.,[81] le contrôle de l'équilibre est diminué pour les deux membres inférieurs à la suite d'une primo entorse, mais uniquement diminué pour le membre pathologique lors d'une *CAI*.

Différents tests fonctionnels semblent pouvoir évaluer l'équilibre dynamique. Cependant, il faut noter que contrairement à d'autres tests cliniques comme l'équilibre

statique, il n'existe pas de gold standard pour évaluer l'équilibre dynamique à la suite d'une entorse. Ainsi il semble judicieux d'utiliser une batterie de tests d'équilibre plutôt qu'un seul test d'équilibre clinique pour tester l'équilibre dynamique. Ko *et al*.,[82] suggèrent que le résultat de plusieurs tests fonctionnels ont une meilleure utilité clinique par rapport à un test unique pour identifier une *CAI*. Si la *CAI* inclue une diminution de l'équilibre et la récurrence de l'entorse, un de ces tests pourrait-il permettre de prédire le risque d'avoir une entorse de cheville ? Quels sont donc les tests fonctionnels, ne nécessitant pas ou peu de matériel ?

1.7.1 Le Star Excursion Balance Test (SEBT)

Le *SEBT* semble-t-être le test avec le plus de documentation scientifique. Aucune étude n'évalue sa validité. Le patient est en appui unipodal au centre de quatre bandes sécantes en leurs milieux, formant une étoile (Figure 3 : Diagonales du SEBT[83]). Les mains sur les hanches, il doit atteindre une marque graduée au sol dans les huit directions, le plus rapidement possible avec le pied controlatéral[83]. Les valeurs sont exprimées en pourcentage de la longueur du membre inférieur testé[84]. Le *SEBT* présente une corrélation intra-examinateur de 0,78 à 0,96 et une corrélation interclasse de 0,81 à 0,93.

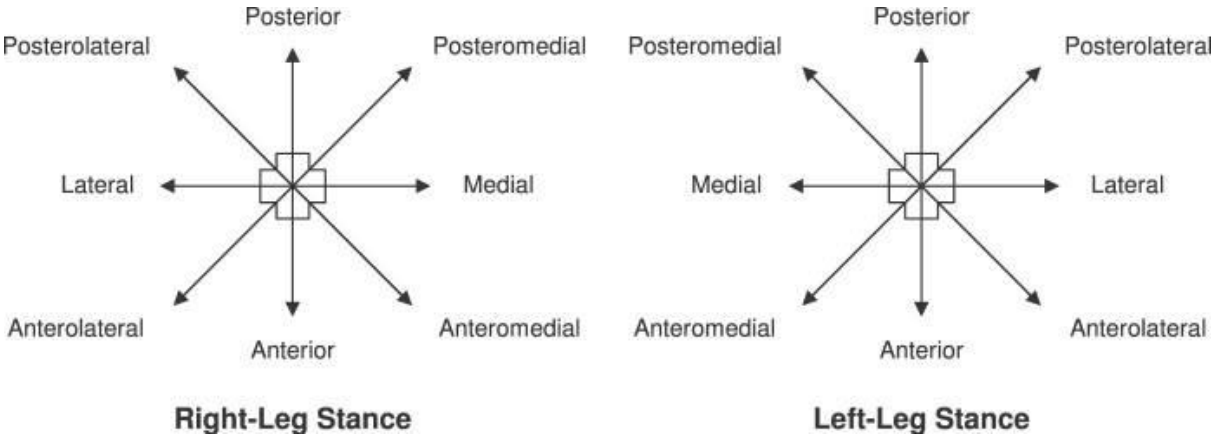


Figure 3 : Diagonales du SEBT[83]

Dans la méta-analyse de Rosen *et al*.,[85] les auteurs proposent d'utiliser la diagonale postéromédiale (*Hedge's g* = 0,374 ; 95% CI = 0,183 à 0,566 ; p<0,001), antéromédiale (*Hedge's g* = 0,326 ; 95% CI = 0,048 à 0,604 ; p =0,022) et médiale (*Hedge's* g = 0,369 ; CI 95% = 0,105 à 0,632 ; p=0,006).

1.7.2 Les Hop Test

Plus, de dix variations du *Hop Test* ont été developées pour évaluer l'équilibre dynamique (*Single Hop Test, Triple Hop Test, side to side hope test, 6 meters timed hop, multiple hop test, agility hope test, single leg agility hop test, figure of 8 test, square hop test*).

Dans leur méta-analyse, Rosen *et al*.,[85] proposent de prioriser l'utilisation du *multiple hop test* (*Hedge's g* = 1,4 ; 95% CI = 1,044 à 1,755 ; p=0,001) dont la fiabilité intra testeur est de 0,83 (*ICC* = 0,83, 95% CI: 0,63 à 0,92) et l'inter testeur de 0,91 (*ICC* = 0,91, 95% CI: 0,85 à 0,95)[86], du *side hop test* (Hedge's g = -2,3 ; 95 % CI = -3,650 à -0,979 ; p<0,001) et du *timed hop tests* (*Hedge's g* = -1,056 ; 95 % CI = -1,844 à -0,267; p=0,009). dont seul la fiabilité intratesteur est fournie avec un *ICC* de 0,89 Ko *et al*.,[87]. Les illustrations se trouvent en annexe 1, 2 et 3.

1.7.3 Le Functional Mouvement Screen (FMS®)

À l'aide de sept items : *Deep Squat, hudle step, in-lin lunge, active straight-leg raise, trunk stability push-up, rotary stability, shoulder mobility*, scoré de 0 à 3 : un score de trois indique que le mouvement a été exécuté correctement, un score de deux indique que le mouvement a été effectué de manière inefficace et un score de 1 indique que le participant ne peut pas terminer le mouvement, pour un total de 21 points, le *FMS®* tente d'identifier les problèmes de mobilités ou de stabilités. Il présente une corrélation intra testeur de 0,69 à 0,92 et une corrélation inter testeur de 0,70 à 0,92[88].

Choi et Shin [78], en s'appuyant sur 3 items (*deep squat, hurdle step, in-line lunge*) comparent une population saine avec une population atteinte de *CAI*. Les auteurs mettent en avant des différences entre les deux groupes pour le *hurdle step* et le *in-line lunge* ($p<0,05$). Enfin, le *FMS®* modifié par Choi et Shin est fortement corrélé avec le questionnaire *FADI* ($r=0,807$, $p<0,01$). Le détail des items du *FMS®* se trouve en Annexe 4.

1.8 Kinésithérapie et l'intérêt de la prévention

1.8.1 Le modèle préventif de Bahr

L'entorse peut donc être vue comme un évènement avec une forte incidence mais qui n'est pas assez marquante pour l'individu, avec des conséquences insidieuses sur le long terme. En effet, nous avons vu que 50% de la population sportive ayant eu une entorse de cheville ne va pas chercher d'avis médical. Toutefois, 40% de l'ensemble des patients avec une entorse latérale vont développer à minima un symptôme de cheville chronique instable. Les restrictions et limitations de participation induites par la primo-entorse ne semblent pas être assez important pour amener le patient sportif à consulter rapidement, quand est-il pour le patient sédentaire ? Aucune étude en France ne traite du sujet. Ainsi nous ne pouvons savoir si ce sont les symptômes à long terme qui amènent le patient à demander l'avis d'un professionnel de santé. Nous avons vu que la rééducation à haut volume (15 heures) permet de diminuer le risque de récidive. Si à travers sa pratique sportive raisonnée (le surentrainement étant un facteur de mauvais pronostic de récupération) le patient actif pourrait compenser l'absence de rééducation, pour la patient sédentaire le problème est tout autre. En effet, la durée d'incapacité de travail est estimée à une semaine au Royaume-Uni. Ainsi avec un risque de récidive de 40% à minima, un risque de récurrence quasiment doublé la première année et une majeure partie de la population ne suivant pas de programme de rééducation après la primo entorse, la prévention semble être la clef pour diminuer les coûts sociétaux qu'entrainent l'entorse latérale de cheville.

Ainsi, il semble important de maitriser les tenants et les aboutissants pour mettre en place une stratégie préventive. Bahr et Krosshaug[27] proposent de mettre en place un programme préventif en s'appuyant sur un modèle en quatre étapes (Figure 4). Différents facteurs intrinsèques que nous avons vu précédemment comme l'âge, le sexe, le surpoids, la taille, un mauvais rapport de puissance entre les inverseurs et les éverseurs, un déficit de force au niveau des muscles de la hanche, un mauvais contrôle postural, la fatigue, prédisposent un individu à être plus enclin à se blesser (étape 1 du modèle).

L'exposition à des facteurs extrinsèques comme la pratique sportive, et notamment les pratiques en indoor dont le basketball, rend le patient plus susceptible d'encourir une entorse

latérale. De plus, lors du mouvement lésionnel en adduction et rotation interne de la talo-cural, le reflexe myotatique ne joue pas un rôle de protection de la cheville, le feedback sensitif est trop lent pour que la commande motrice joue son rôle de stabilisation active (étape 2 du modèle).

L'étape 3 concerne l'introduction de mesure préventive. Nous avons vu que la mise en place d'un protocole centré sur la rééducation posturale est efficace pour diminuer la récurrence. Ce protocole doit donc s'appuyer sur les deux étapes précédentes du modèle de Bahr. Ainsi au vu des mécanismes de lésions et notamment l'importance du placement du membre inférieur avant la mise en appui (adduction et rotation médiale de la cheville, genou en extension) la notion de *feedforward* est importante, c'est-à-dire créer un phénomène d'anticipation afin d'améliorer la stabilité active articulaire par le bon positionnement via le contrôle musculaire. En effet, le patient doit anticiper le placement de son membre inférieur, avec et sans le soutien des afférences visuelles, qui sont pourtant les afférences privilégiées par les patients atteints de *CAI* [65]. Dans leur méta-analyse, Barelds *et al*.,[89] concluent que l'utilisation d'un support externe pour la cheville est efficace pour la prévention secondaire. Dans leur méta-analyse Burger *et al*.,[75] compare l'effet d'un programme rééducatif face à l'utilisation d'un support externe pour diminuer la récurrence de l'entorse. Avec un niveau de preuve modérée, les auteurs mettent en évidence qu'aucune différence n'est à noter entre ces deux thérapeutiques, et concluent que le choix de l'une ou l'autre mesure est dépendante du thérapeute et du souhait du patient. Cependant, concernant une population atteinte de *CAI*, dans leur méta-analyse de 2020, Tsikopoulos *et al*.,[90] concluent que l'utilisation d'un support externe n'améliore pas l'équilibre dynamique des patients et privilégie une approche basé sur la rééducation et l'utilisation d'un soutien externe.

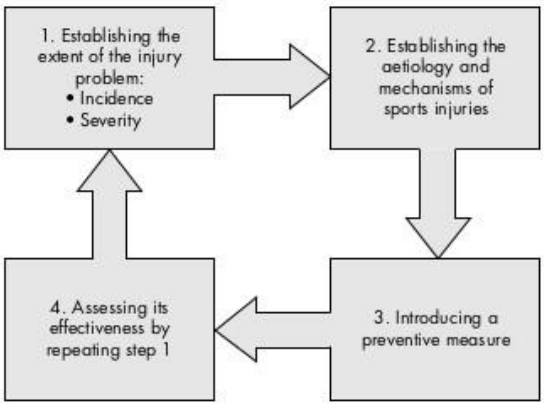


Figure 4 : Approche préventive selon Bahr et Krosshaug [27]

Enfin, l'étape 4 consiste à évaluer l'efficacité des mesures préventives mises en place. Le kinésithérapeute sera amené à prendre en charge le patient suivant deux voies :

- Depuis l'arrêté du 6 mars 2020, dans le cadre d'une structure pluridisciplinaire et après une formation de 10 heures sous le contrôle d'un médecin, un masseur-kinésithérapeute peut prendre en charge en première intention les entorses de cheville.
- À la suite d'une prescription d'un médecin.

Ainsi, le kinésithérapeute va pouvoir jouer un rôle dans la prévention secondaire de l'entorse. Différents auto-questionnaires tels que la *Foot and Ankle Disability Index* (*FADI*) ou la *Foot and Ankle Ability Measure* (*FAAM*) permettent d'évaluer et de suivre l'efficacité des traitements[91]. Cependant, ces questionnaires ne donnent pas de données spécifiques concernant le risque de récidive de l'entorse. La récurrence de l'entorse étant un des paramètres de la *CAI*, il semble important de pouvoir anticiper ce risque.

1.8.2 Kinésithérapie et prévention secondaire

Nous avons vu qu'après une atteinte ligamentaire, le patient va montrer une diminution du contrôle de l'équilibre dynamique lié à la diminution des données afférentes provenant des récepteurs ligamentaires du complexe ligamentaire latéral et une diminution de la force des muscles de la hanche. Cette diminution du contrôle postural est homolatéral et controlatéral durant la phase aigüe, et si le patient se chronicise, seul le contrôle postural homolatéral à la lésion est touché. Nous pouvons donc nous demander s'il existe des tests fonctionnels, peu couteux et reproductibles permettant au professionnel de santé d'évaluer les risques de survenue d'une entorse aux différentes étapes du protocole de rééducation et ainsi de mettre en place programme de soin adapté au patient afin qu'il ne récidive pas ? Il convient donc dans un premier temps d'identifier les tests fonctionnels permettant d'évaluer l'équilibre dynamique disponible dans la littérature scientifique. Dans un second temps, de centrer notre recherche sur les tests fonctionnels pouvant diagnostiquer une cheville chronique instable. En effet, la récurrence de l'entorse est une des caractéristiques de la *CAI* et les multiples entorses vont dégrader la qualité des informations afférentes proprioceptives. Le kinésithérapeute ne pouvant influer pour le moment que sur la prévention secondaire, nous nous centrerons sur la capacité de ces tests à donner une valeur prédictive du risque de subir une entorse chez nos patients afin d'essayer de prévenir le risque de chronicisation.

Nous avons appuyé tout au long de cette introduction sur deux points : l'aspect préventif, et notamment afin de réduire le risque de chronicisation, et sur la qualité et la pertinence des soins (mise en place d'attelle, pratique de rééducation, …). En effet, ce mémoire se place dans l'optique du programme ma santé 2022, avec notamment la mise en place de communautés professionnelles territoriales de santé (CPTS). Ces CPTS ont été mises en place pour répondre au nouveau besoin de santé, notamment à cause de la chronicisation de la population française et du virage ambulatoire. Ce regroupement de professionnels de santé et d'acteurs politiques ou sociaux a pour objectif de favoriser les actions de prévention sur un territoire, d'organiser et d'améliorer les soins non programmés comme la prise en charge de l'entorse ou encore améliorer le parcours de soin du patient et d'identifier les besoins de santé insuffisamment traités au sein de la population locale. Le financement de ces actions se fait par le truchement d'enveloppes budgétaires déterminés par l'ARS suite aux dépôts d'un projet par les professionnels membres des CPTS. Il semble donc nécessaire, depuis que le kinésithérapeute a le droit de prendre en charge en première intention les entorses de cheville, de mettre en place des actions au sein d'une équipe pluridisciplinaire pour améliorer la qualité et la pertinence des soins, tout en permettant de libérer du temps médical pour les médecins et de décharger les urgences de ce type de pathologie.

2 Méthodologie

2.1 Objectif de cette étude

L'objet de ce mémoire est d'identifier des tests fonctionnels permettant de prédire le devenir du patient. Il s'agit donc d'une question de premier plan quantitative car nous recherchons une association entre la diminution de l'équilibre dynamique et la survenue de l'entorse. En effet, nous avons vu précédemment que l'altération des données proprioceptives, un mauvais contrôle postural et une diminution de force du membre inférieur sont des facteurs prédisposant à la survenue de l'entorse latérale.

2.2 Une étude clinimétrique prédictive ?

Les questions de premier plan peuvent concerner différentes étapes de la relation soignant-soigné (étiologique, diagnostic, thérapie, pronostic, préventif, coût). Le décret n°96-879 du 8 octobre 1996 oblige le kinésithérapeute à mettre en place une fiche synthétique des bilans initiaux, intermédiaires et finaux. Ainsi, il convient d'utiliser des outils de mesure standardisés pour permettre une continuité des soins. Nous avons vu que les traitements de l'entorse de cheville en kinésithérapie se concentrent sur l'amélioration de la stabilité dynamique. Le mouvement doit donc être ajusté, contrôlé par le patient et plus spécifiquement dans les situations à risque. Cette régulation du mouvement s'appuie sur les afférences sensitives inconscientes (feedback), les afférences conscientes, le *feedforward*. Différents questionnaires comme la *FAAM* et la *FADI* permettent au patient de s'auto-évaluer et ainsi d'étudier si le traitement a eu une influence bénéfique, nulle ou néfaste sur le patient. Cependant, ces questionnaires ne permettent pas d'identifier si un patient à un risque majoré de se blesser à nouveau et de mettre en place une stratégie thérapeutique préventive la plus adaptée. La récurrence de l'entorse est une caractéristique de la *CAI*, associée à la diminution de la qualité et de la quantité de l'information proprioceptive, amenant à une réduction du contrôle de l'équilibre. De nombreux tests fonctionnels mesurant l'équilibre dynamique du patient, permettent de diagnostiquer une *CAI*. Nous avons vu aussi que la fatigue joue un rôle de facteur de risque. Ainsi, nous pouvons nous demander si à l'aide d'un ou plusieurs de ces examens, nous pouvons définir si le patient présente un risque accru de se blesser en fonction de ses facteurs de risque. Nous cherchons à qualifier le devenir du patient à l'aide de test quantifié, sous forme d'hétéroévaluation. Nous sommes donc dans le cadre d'une étude clinimétrique prédictive utilisant une méthode de critère prédictif. Nous utiliserons des tests fonctionnels, donc des tests d'hétéroévaluation.

2.3 Schéma d'étude

Pour répondre à la question de ce mémoire, nous réaliserons une synthèse de la littérature scientifique. Les revues de littérature peuvent être de quatre types : narrative, exploratoire, systématique, systématique avec méta-analyse. Il s'agit d'étude secondaire faisant la synthèse d'étude primaire. Contrairement aux revues narratives, les revues systématiques s'appuient sur la mise en place d'une procédure afin de minimiser les biais pour synthétiser les données. Cette synthèse peut être qualitative (revue exploratoire et systématique) et quantitative (revue systématique avec méta-analyse). Les éléments de méthode permettant de classifier le design de l'étude sont : un protocole fait a priori, un enregistrement sur Prospéro, une stratégie de recherche explicite et transparente, la mise en

place de critère d'éligibilité des études primaires, le processus de sélection des études, le p*roc*essus d'extraction des données, l'évaluation des études incluses et la synthèse qualitative ou quantitative des données.

Ainsi, nous mènerons une revue exploratoire et non une revue systématique, car nous n'enregistrerons pas notre méthodologie sur Prospéro, ce qui ne permet pas une réelle transparence de l'étude et pourrait mettre en place des biais de report. Cependant, nous définirons notre protocole a priori et nous prendrons en compte l'évaluation des études incluses.

2.4 Définition de la question de recherche

Il Convient donc de formuler une question clinique standardisée à l'aide du modèle PICO (Population Intervention, Comparateur, *Outcome* ou critère de jugement).

D'après ce modèle, l'item population a pour objectif de caractériser les patients. Nous avons vu qu'une association existait entre la diminution de l'équilibre dynamique et l'apparition d'une cheville chronique instable. De plus, les mécanismes de lésions mettent en avant le rôle du mauvais positionnement du membre inférieur durant la phase de pré-contact et de contact, donc la capacité du patient à évaluer le placement de son membre inférieur dans l'espace à l'aide des données kinesthésiques. Outre cela, différents facteurs intrinsèques comme l'âge, le genre, ou un mauvais contrôle postural fait partie des facteurs de risques de subir une entorse. Enfin, l'incidence de l'entorse est tributaire de facteurs extrinsèques tels que le sport pratiqué, le lieu géographique où a eu lieu la lésion (au domicile, dans les escaliers ou dans un lieu public). Ainsi, nous inclurons dans notre population les patients actifs, donc sportifs, ainsi que les patients sédentaires, afin de savoir si ces tests sont plus spécifiques à une population et d'avoir une approche globale pour mettre en place une stratégie de prévention visant à diminuer les probabilités de subir une entorse latérale ou diminuer la récurrence de l'entorse.

Concernant l'item Intervention, il s'agira de caractériser l'équilibre dynamique des patients à l'aide de tests diagnostiques. Ainsi, nous nous centrerons sur des tests fonctionnels visant à évaluer l'équilibre dynamique du patient, ne nécessitant pas d'appareillage spécifique tels que des forces plates. Ces tests devront nécessitaient l'emploi d'un matériel simple, à faible cout, disponible dans tout cabinet ou pouvant être réalisé sur place dans le cadre d'une campagne de prévention des risques. Ainsi, nous nous concentrerons sur l'utilisation du *SEBT*, *DLBT*, *hop Test* et du *FMS®*.

Pour le Comparateur, nous étudierons l'évènement à prédire, donc l'apparition de l'entorse ou sa récidive dans notre population. Il n'existe pas de gold standard pour quantifier l'équilibre dynamique.

Enfin, concernant les critères de jugement, nous essaierons d'analyser si une diminution de l'équilibre dynamique d'un ou des deux membres inférieurs est associée avec la survenue de l'entorse en s'appuyant sur : les scores composites des tests ou un des items particuliers de ces tests. En effet, le *SEBT* nous donnera une mesure centimétrique et un score composite, alors que le *DLBT*, le *FMS®* et les *hop test* nous donnerons un nombre d'erreurs réalisées par le patient.

Nous pouvons formuler la question clinique suivante : l'utilisation d'un test fonctionnel permet-il de prédire la survenue d'une entorse latérale ?

2.5 Critère d'éligibilité des études

La validité de critère prédictive permet d'étudier le rapport entre un test et sa capacité à prédire un évènement, ici l'entorse de cheville. Il existe différents schémas d'étude (série de cas, étude longitudinal, …) répondant chacun à une structure et des procédures qui leurs sont propres. Le choix du schéma d'étude doit correspondre à notre type de question clinique pour avoir une meilleure robustesse des résultats. L'objectif est donc de réaliser une mesure de l'équilibre dynamique à un instant T des patients et de les suivre dans le temps et voir qui aura une entorse et qui n'en n'aura pas. Nous choisirons ainsi des études de cohorte prospective et non rétrospective pour éviter les biais de sélection des patients. L'étude de cohorte est une étude observationnelle qui cherche à évaluer l'association entre une exposition (la variable dépendante sera l'équilibre dynamique) et un événement (la variable dépendante : la survenue de l'entorse). Deux groupes de sujet sont recrutés, un groupe exposé au facteur de risque (diminution de l'équilibre dynamique) et l'autre non exposé à ce facteur. Les deux groupes devront être le plus comparable possible et seront suivis dans le temps.

Nous utiliserons la Traduction française des lignes directrices PRISMA pour l'écriture et la lecture des revues systématiques et des méta-analyses[92].

2.6 Critère d'inclusion et d'exclusion

Les études ont été incluses si elles répondaient aux critères suivants :

1. Les articles sont publiés en anglais ou français
2. Les études sont de types longitudinales prospectives
3. L'utilisation d'un test fonctionnel est utilisée pour caractériser le groupe exposé et non exposé
4. Survenue de l'entorse latérale

Les études sont exclues si :

1. Il s'agit d'étude rétrospective ou des *cross sectional study, case-contrôle study*
2. Si les auteurs utilisent des plateformes de stabilométrie
3. Si les articles sont antérieurs à l'étude de Dallinga *et al*., 2012[93]
4. Si l'étude n'enquête pas spécifiquement sur l'entorse latérale ou au moins les entorses de cheville

2.7 Variable quantitative continue et qualitative ordinale des tests fonctionnels

Le *SEBT* test étudie une variable quantitative continue : une mesure centimétrique, tout comme certains *hop test* mesurant le nombre de répétitions effectuées en un temps donné. Les *hop test*, le *DLBT* et le *FMS®* utilisent le *BESS* pour scorer le nombre d'erreurs du patient et concernent des variables qualitatives ordinales. La survenue de l'entorse est une variable dichotomique.

2.8 Méthodologie de recherche des études

Une recherche de la littérature a été menée de septembre 2020 à janvier 2021 en incluant les moteurs de recherche suivants : Pubmed, Cochrane, Dita. La recherche a été complétée par une recherche manuelle dans les bibliographies des articles récupérés. Une combinaison des mots clefs et *mesh term* (trouvé sur Hetop) suivants ont été utilisés :

- Pour l'intervention : Mass Screening / methods*, Postural balance, functional performance test, FPT, Exercise Test*, star excursion balance test, *SEBT*, m*SEBT*, Dynamic leap balance test, DLBT, Functional movement screen, *FMS*, LE-*FMS*, hop Test, side hop test, side-to-side test, multiple hop test
- Pour le comparateur : foot and ankle injury, Ankle injuries*, sprains and strains, ankle sprain, lateral ankle sprain,
- Pour les critères de jugement : Injury prediction, Predictive Value of Tests, risk factor, ankle injuries odd, predict*

Ainsi, à l'aide des opérateurs boléens, l'équation de recherche a été formulée de cette manière dans Pubmed :

(((Mass Screening / methods*) OR (Postural balance) OR (functional performance test) OR (FPT) OR (Exercise Test*) OR (star excursion balance test) OR (*SEBT*) OR (m*SEBT*) OR (Dynamic leap balance test) OR (DLBT) OR (Functional movement screen) OR (*FMS*) OR (LE-*FMS*) OR (hop Test) OR (side hop test) OR (side-to-side test) OR (multiple hop test)) AND ((foot and ankle injury) OR (sprains and strains) OR (ankle sprain) OR (lateral ankle sprain)) AND ((Injury prediction) OR (Predictive Value of Tests) OR (risk factor) OR (ankle injuries odd) OR (predict*)))

Pour Tripdatabase, Cochrane et le web of science, nous avons utilisé l'équation suivante : (predict*) AND (ankle sprain)

2.9 Méthode d'extraction et analyse des données

2.9.1 Sélection des études

Une liste de tous les articles identifiés par l'équation a été enregistrée sur le logiciel de gestion bibliographique Mendeley et les résultats en double ont été supprimés. Les études non pertinentes ont été éliminées sur la base des titres en premier lieu. Notamment si l'étude se concentre sur les pathologies de hanche ou de genou, ou si les articles sont publiés dans une autre langue que le français ou l'anglais.

Dans un second temps, nous réaliserons une seconde sélection des articles précédemment inclus en se basant sur les abstracts. Nous exclurons les articles dont le design ne correspond pas à une étude de cohorte prospective. Cependant, si le nombre d'article est nul ou insuffisant, nous inclurons les études rétrospectives. Nous exclurons aussi les articles utilisant des forces plates. Enfin, nous ne prendrons pas en compte les articles qui n'enquêtent pas sur l'association entre la capacité d'un test fonctionnel à discriminer une variation de l'équilibre et la survenue de l'entorse latérale de cheville.

Finalement, après lecture du texte complet, nous exclurons les articles qui traite du risque de blessure du membre inférieur dans son ensemble, sans se spécifier à la région de la cheville. L'ensemble de ces résultats sera résumé dans le diagramme de flux. Si des articles

provenant des bibliographies ou des articles similaires d'après Pubmed correspondent à nos critères ils seront alors inclus manuellement.

2.9.2 L'intérêt de l'analyse des biais

Une étude biaisée oriente les résultats et par ce truchement la décision clinique. Identifier et quantifier les biais dans une publication permet donc au clinicien d'orienter sa pratique. Il existe différents outils, dépendant du design de l'étude, pour évaluer ces biais. Dans le cadre des études de cohortes prospective, nous pourrons faire face à des biais de sélection, d'attrition, de mesure, d'exposition, de détection, de participation. Nous utiliserons comme échelle méthodologique permettant de coter la validité interne des études de cohorte prospective la *Newcastle-ottawa scale* (*NOS*).

La *NOS* comprend trois catégories d'item (sélection, comparabilité, critère de jugement) qui sont cotées en fonction des réponses aux questions. La cotation se fait à l'aide d'un *scoring* par étoile (avec un maximum de 9 étoiles). Les items proposés sont : la représentativité des sujets, la sélection des sujets non exposés, l'exposition, l'absence du critère de jugement au début de l'étude, la comparabilité des sujets exposés et non exposés, l'évaluation du critère de jugement, le temps de suivi des patients, les perdus de vue. Plus le nombre d'étoiles est important, plus la qualité méthodologique est bonne (Annexe 6). Le *scoring* par étoile sera remplacé par un nombre de point. Un point correspondant à une étoile.

Il semble important de parler des biais de publication. Ce biais précise que pour refléter un véritable effet, une revue systématique doit inclure des articles aux résultats négatifs. Ainsi, il faudra prendre en compte ce biais dans la partie discussion si nos études présentent toutes un effet statistiquement significatif.

Nous nous intéressons aussi au mode de réalisation des FPT entre les différentes études.

2.9.3 Extraction des données et synthèse des résultats

L'extraction des données se fera après lecture intégrale de l'article. Concernant la sélection des données à extraire, nous nous appuierons sur les facteurs de risque précédemment cité. Ainsi nous recueillerons : le type d'activité physique (sport, profession), le sexe, le poids ou l'IMC, l'âge, le test fonctionnel utilisé, voir l'item spécifique du test (diagonale spécifique du *SEBT*, type de *hop test*, item spécifique du *FMS*®).

Concernant la performance prédictive des tests, nous retiendrons en premier lieu : la courbe *ROC* si elle est disponible, les valeurs et les intervalles de confiance de l'*AUC*, la sensibilité et la spécificité, les ratios de vraisemblance positifs ou négatifs et l'intervalle de confiance s'il est disponible ainsi que la valeur seuil ou *cut-off*. Si les ratios de vraisemblance ne sont pas fournis, nous les calculerons à partir de la sensibilité et spécifité fournies par les auteurs. Si aucune de ces données n'est fournie nous utiliserons les *odd ratio/risk ratio* ou *hazard ratio*.

Concernant l'analyse qualitative des articles, dans un premier temps nous réaliserons un tableau présentant les articles retenus. Nous retrouverons dans ce tableau le nom des auteurs, l'année de publication, l'effectif, les paramètres comme l'âge, le sexe, la taille et le

poids. Un second tableau présentera lui aussi en fonction des articles retenus : la pratique sportive, la durée de suivi, la durée d'exposition et le test fonctionnel utilisé.

Nous réaliserons un troisième tableau où nous regrouperons les études dépendamment des items de la *NOS* pour pouvoir comparer quels biais sont les plus présents et si les études sont comparables de ce point de vue.

Nous réaliserons ensuite une série de tableau, regroupant les études en fonction du test fonctionnel utilisé. Ce tableau regroupera les données statistiques tel que l'*area under the curve* (*AUC*), la valeur seuil (*Cut-off*), la sensibilité, la spécificité, le ratio de vraisemblance positif et négatif.

Un tableau sera réalisé uniquement pour les articles fournissant un *odd ratio*, *risk ratio* ou *hazard ratio*.

Enfin, si nous avons au moins 6 articles de bonne qualité méthodologique pour un même test fonctionnel, nous réaliserons des *forest plot* par sport et test fonctionnel utilisé.

3 Résultats

3.1 Description des études

3.1.1 Diagramme de flux

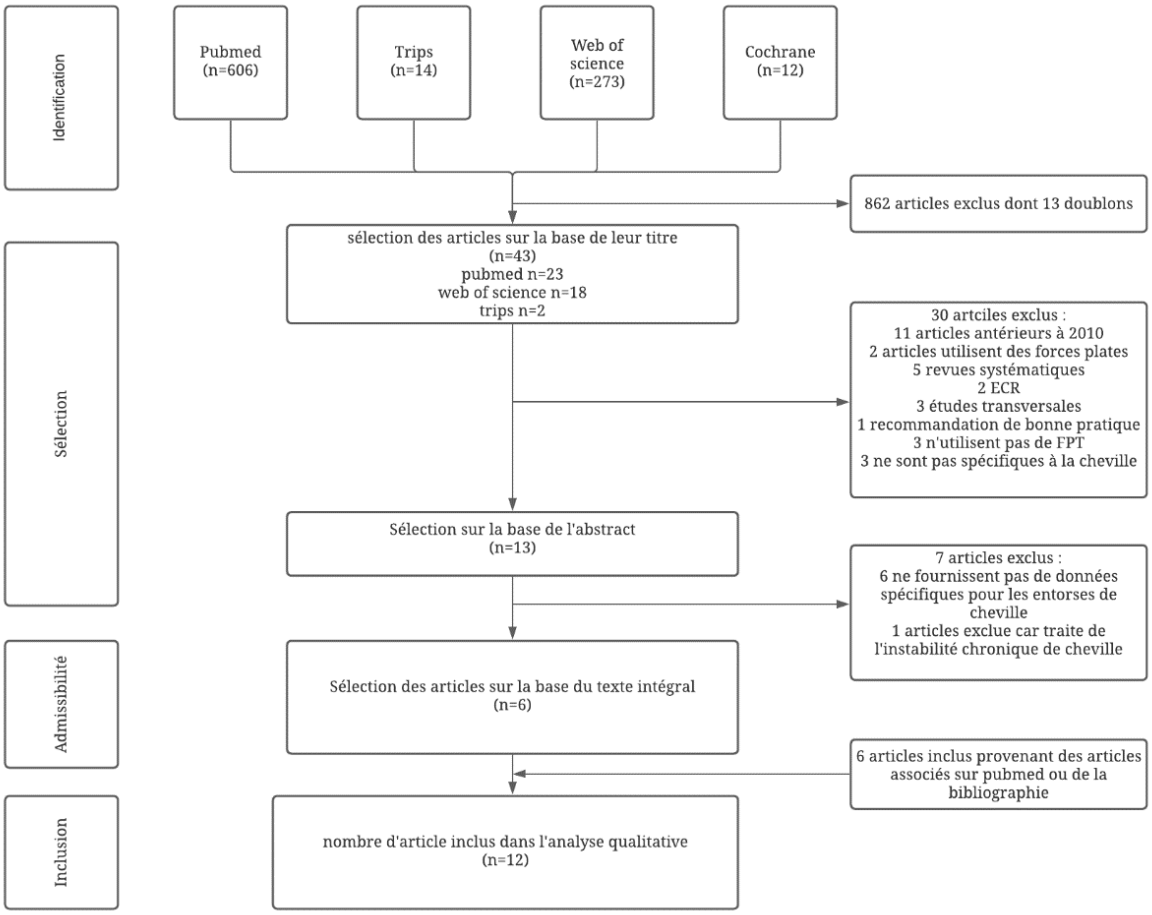


Figure 5 : Diagramme de flux des études sélectionnées

Les équations de recherche ont permi de trouver 606 articles sur Pubmed, 273 sur le Web of science, 12 sur Cochrane et 14 sur Trips, soit un total de 905. Sur la base du titre, 862 articles ont été exclus dont 13 doublons. Ainsi après sélection sur la base du titre il restait 43 articles.

Après la lecture de l'abstract, 30 articles ont été exclus car :

- 11 articles antérieurs à 2010
- 2 articles utilisent des plateformes de stabilométrie
- 11 études ne correspondaient pas au schéma d'étude défini par notre méthodologie (5 revues systématiques, 2 ECR, 3 études transversales, 1 recommandation de bonne pratique)
- 3 n'utilisent pas de test fonctionnel (FPT)
- 3 ne sont pas spécifiques à la cheville

Enfin, à la suite de la lecture intégrale des 13 articles, 6 d'entre eux ont été exclus car ils n'étaient pas spécifiques à la cheville mais aux blessures de l'ensemble du membre inférieur, un autre fut exclu car il traitait des données permettant d'évaluer le risque de développer une instabilité chronique de cheville. 6 études ont donc été incluses à la fin du processus de sélection. Toutefois, 6 articles supplémentaires ont alors été inclus à notre sélection. Ces articles proviennent des bibliographies ou des articles associés sur Pubmed. Ainsi, 12 articles ont été inclus pour mener cette revue (Annexe 5 : Tableau des articles exclus).

3.1.2 Articles inclus

La population totale des 12 articles représente 2501 individus au total dont 536 femmes (21,4%). Trois études se distinguent par leurs effectifs largement supérieurs à la médiane de l'ensemble des effectifs (121) : Hartley *et al*.,2018[94] (n=551), Gribble *et al*.,2016 [95] (n=539) et O'connor *et al*.,2020[96] (n=636). L'étude de Vaulerin *et al*.,2020 [97] présente la plus petite population (n=39). Concernant l'âge moyen des populations étudiées dans ces articles, trois études se démarquent par rapport à la médiane (19,5 ans) : Ko *et al*., 2018 [87] avec une moyenne à 15 ans (±1,3) ; Manoël *et al*.,2020 [98] (26,25 ± 4,43 ans) ainsi que Vaulerin *et al*.,2020 [97] (34,5 ± 4,9). Du point de vue de l'anthropométrie, nous n'observons pas de valeur extrême pour la taille, excepté pour l'étude de Ko *et al*.,2018[87] (1,62 ± 0,07) comparée à une médiane de 1,78 m. Trois études se démarquent du point de vue de la masse corporelle : McCann *et al*.,2019 [99] (84,8 ± 24,5 Kg), Gribble *et al*.,2016 [95] (96 ± 24 Kg) et Ko *et al*.,2018 [87] (57,1 ± 8,4) comparé à une médiane de 73,05 Kg (Tableau 3 : Tableau récapitulatif des données anthropométriques des études inclues).

Du point de vue de la durée d'exposition, la majeure partie des études ont suivis les participants durant une saison. trois études se différencient : celle de Hartley *et al*.,2018[94] avec un suivi deux fois supérieur aux autres études (24 mois), l'article de McCann *et al*.,2019 [99] qui présente une durée de suivi de 3 à 6 mois et celui de Manoël *et al*.,2020 [98] avec un suivi de 3 mois.

Au sujet du volume d'entrainement, 4 articles ne fournissent pas de données spécifiques[94–97,99]. De plus, ce volume est très variable entre les études, allant d'un unique entrainement par semaine[59,87] à un entrainement quotidien[98,100,101]

Le sport le plus représenté est le football américain avec 725 sujets, suivi du football gaélique (n=636), du football (n=318), du basketball (n=263), du netball (n=96) et du volleyball (n=69). Deux études se démarquent : celle de Vaulerin *et al*.,2020 [97] dont la population est composée de sapeurs-pompiers (n=39) et celle de De Noronha *et al*.,2013 [102] qui se concentrent sur : « une population étudiante active » (n=121). 8 articles étudient un sport spécifique, alors que 5 études regroupent dans plusieurs pratiques sportives au sein de leur population : Bliekendaal *et al*.,2019 [101], Eechaute *et al*.,2020 [86], Hartley *et al*.,2018 [94], McCann *et al*.,2019 [99] et Pourgharib Shahi *et al*.,2020 [100].

	Effectif	Sexe	Âge	Taille (mètre)	Poids (Kg)
Attenborough *et al.*, 2017	96	F=96	21,5 ±6,3	1,70 ± 0,07	70 ± 14,4
Bliekendaal *et al.*, 2019	196	H= 137	19,5 ± 2,4	1,82 ± 0,07	71,6 ± 8,7
		F=59	18,6 ± 1,3	1,7 ± 0,06	61,5 ± 1,8
Eechaute *et al.*, 2020	234	H=137	19 ± 2,1	1,83 ± 0,08	74,5 ± 10,4
		F=97	19,5 ± 3,1	1,70 ± 0,06	63,1 ± 7,8
Hartley *et al.*, 2018	551	H=384	19,79 ±1,8	1,78 ± 0,1	85,7 ± 17,6
		F=167	19,8±1,5	1,65 ± 0,07	66,2 ± 10,5
De Noronha *et al.*, 2013	121	H=57	20,9 ±2,7	1,71 ± 0,09	67,3 ± 11,8
		F=64			
Gribble *et al.*, 2016	539	H=539	17,3±2,3	1,8 ± 0,1	96 ± 24
Ko *et al.*, 2018	64	H=29	15,5 ±1,3	1,62 ± 0,07	57,1 ± 8,4
		F=35			
Manoël et *al.*, 2020	89		26,25 ± 4,43	1,79 ± 0,08	78,70 ± 8,80
McCann *et al.*, 2019	64	H=43	17,8 ± 3,3	1,78 ± 0,1	84,8 ± 24,5
		F=18			
O'connor *et al.*, 2020	536	H=293	15,7 ± 0,7	1,76 ± 0,08	67,7 ± 10,1
		H=343	19,3 ± 1,9	1,8 ± 0,09	77,6 ± 9,3
Pourgharib Shahi *et al.*, 2020	106	H=106	19,8 ± 4,5	1,84 ± 1	76,9 ± 12,8
Vaulerin *et al.*, 2020	39	H=39	34,5 ± 4,9	1,79 ± 0,06	77,2 ± 6,5
Médiane	113,5		19,4	178	73,05

Tableau 3 : Tableau récapitulatif des données anthropométriques des études inclues

	Sport	Durée d'exposition	Volume sportif	Test fonctionnel
Attenborough *et al.*, 2017	Netball	12 mois	Entrainement et match hebdomadaire	*SEBT* ANT, PL, PM (%LL)
De Noronha *et al.*, 2013	Étudiant "actif"	12 mois	N/A	*SEBT* ANT, PL, PM (%LL)
Gribble *et al.*, 2016	Football américain	12 mois	N/A	*SEBT* ANT, PL, PM (%LL)
Pourgharib Shahi *et al.*, 2020	Football (54,7%) et basketball (45,3%) élite	12 mois	3 à 5 entrainements semaine	*SEBT* ANT, PL, PM
Ko *et al.*, 2018	Football	10 mois	90 min par semaine	*SEBT* ANT, PL, PM + **single leg hop test**
McCann *et al.*, 2019	Football américain (41%), basketball (24,6%), football (14,8%), baseball (5%), autre (14,6%)	68,3 ± 51,9 jours	N/A	*SEBT* ANT
Bliekendaal *et al.*, 2019	Football (34%), cours à pied (33%), hockey (8%), arts martiaux (6%)	12 mois	Journalier	*SEBT* ANT (%LL)
Hartley *et al.*, 2018	Basketball (18,5%), Baseball (9,9 %) Football américain (29,2), volleyball (5,4), softball (5,4), football (20%), autre (11,2%)	24 mois	2 entrainements semaine	*YBT* (%LL, Ass)
Vaulerin *et al.*, 2020	Sapeur-pompier	8 mois	N/A	*YBT* (%LL, Ass)
O'connor *et al.*, 2020	Football gaélique	12 mois	N/A	*YBT* (%LL, Ass, Comp)
Manoël et *al.*, 2020	Football professionnel	3 mois	15 à 25 heures par semaine	*YBT* (Comp, Ass)
Eechaute *et al.*, 2020	Basketball (42%) ; football (32%), volleyball (17%) ; autre (9%)	12 mois	2 entrainements et un match par semaine	Multiple hop test
Ass = asymétrie des membres inférieurs, Comp = score composite				
%LL = distance rapportée en pourcentage de longueur de jambe				

Tableau 4 : Tableau récapitulatif des paramètres extrinsèques aux populations

Concernant les tests fonctionnels utilisés, 11 articles utilisent le *SEBT* dont 4 le *YBT*. Une seule étude s'intéresse à l'utilisation du *FMS* [95] et 2 aux *hop test* (une étude a choisi comme intervention le multiple *hop test* [86], une autre le single le *hop test*[87]).

- Le *FMS* a été utilisé uniquement pour évaluer une population de footballeur américain[95]
- Pour les *hop test*, le *single hop test* a été utilisé sur une population uniquement composé de footballeur[87] et le *multiple hop test*[86] a été utilisé pour évaluer l'équilibre dynamique d'une population composée de sportif pratiquant : le basketball (42%), le football (32%),le volleyball (17%) ou un autre sport (9%).

À propos des 7 articles traitant du *SEBT* :

- 4 articles utilisent comme variable le score réalisé au *SEBT* reporté en pourcentage de la longueur de jambe : Attenborough *et al*.,2017, Bliekendaal *et al*.,2019, De Noronha *et al*.,2013, Gribble *et al*.,2016 [59,95,101,102]. De plus, Bliekendaal *et al*.,2019 [101] s'intéresse uniquement à la diagonale antérieure du *SEBT* là où les autres études s'intéressent aux diagonales antérieures, postérolatérales et postéromédiales.
- Les articles de Ko *et al*.,2018, McCann *et al*.,2019 et Pourgharib Shahi *et al*.,2020 [87,99,100] ne précisent pas si la variable correspond uniquement à la distance réalisée au *SEBT*, ou si celle-ci est rapportée en pourcentage par rapport à la longueur du membre inférieur du sujet. De plus, McCann *et al*.,2019 [99] n'étudie que la diagonale antérieure du *SEBT*.

Au sujet des 4 articles utilisant le *YBT* :

- Hartley *et al*.,2018 [94], Vaulerin *et al*.,2020 [97] et O'connor *et al*.,2020 [96] étudient la distance réalisée au *YBT* rapportée en pourcentage de la longueur de jambe, ainsi que l'asymétrie entre les deux membres inférieurs des sujets pour chaque diagonale du *YBT*.
- Manoël *et al*.,2020 [98] s'intéressent à la distance réalisée pour chaque diagonale du *YBT*.
- Manoël *et al*.,2020 [98], O'connor *et al*.,2020 [96] étudient aussi le score composite des 3 diagonales du *YBT*.
- Les 4 études sus nommées prennent aussi en compte l'asymétrie entre les deux membres inférieurs des sujets pour chaque diagonale du *YBT*.

En s'intéressant à la définition du type d'entorse, nous notons que les définitions varient fortement entre chaque auteur. Hartley *et al*.,2018 [94] incluent l'ensemble des entorses de cheville. Seul 5 études décrivent spécifiquement à l'entorse du ligament latéral :

- Gribble *et al*.,2016 [95], Attenborough *et al*.,2017 [59], Pourgharib Shahi *et al*.,2020 [100], Vaulerin *et al*.,2020 [97] et Ko *et al*.,2018 [87] étudient spécifiquement les entorses du ligament latéral.

- Eechaute *et al.,*2020 [86] traitent des primo LAS sans contact.

Les autres études ne spécifient pas si uniquement les entorses latérales sont prises en compte ou l'ensemble des entorses de cheville.

3.2 Risque de biais des études

Deux types de biais sont les plus représentés : l'évaluation du critère de jugement et le biais d'attrition. Nous avons pris la décision de coter à 0 l'item spécifique aux perdus de vue si aucune mention précise n'était apportée par les auteurs. Ainsi, 4 études présentent un biais d'attrition, qui est le biais majeur pour les études de cohorte prospectives [95,97,98,103]. 4 études se sont uniquement appuyées sur la déclaration oral des sportifs pour diagnostiquer une entorse de cheville [97,100–102]. Enfin, trois études présentent une durée de suivi inférieure à une saison sportive [95,97,98].

	Sélection	Comparabilité	Critère de jugement	Total
Attenborough *et al.*,2017	4	2	3	9
Bliekendaal *et al.*,2019	4	2	2	8
De Noronha *etal.*,2013	4	2	2	8
Eechaute *et al.*,2020	4	2	3	9
Gribble *et al.*,2016	4	2	2	8
Hartley *et al.*,2018	3	2	3	8
Ko *et al.*,2018	4	2	3	9
Manoël et *al.*,2020	4	2	1	7
McCann *et al.* 2019	4	2	2	8
O'connor *et al.* 2020	4	1	2	7
Pourgharib Shahi *et al.*,2020	4	2	2	8
Vaulerin *et al.*,2020	3	2	0	5

Tableau 5 : Biais des études incluses réalisés à l'aide de la NOS

La moyenne des scores à la *NOS* est de 7,8. La *NOS* contient 8 items dans 3 domaines et le score maximum total est de 9. Au travers de la littérature, les valeurs seuils sont arbitrairement définis tels que : une étude avec un score de 7 à 9 a une qualité élevée ; de 4 à 6, un risque de biais élevé et un risque de biais très élevé pour les scores de 0 à 3. Ainsi, seul l'étude de Vaulerin *et al*.,2020 [97] présente un risque de biais élevé. Le tableau complet est en Annexe 7.

Pour la réalisation du *SEBT*, nous pouvons constater quelques différences entre les auteurs :

- McCann *et al*.,2019 [99] ainsi que Pourgharib Shahi *et al*.,2020 [100] ne précisent pas les modalités de réalisation de ce *FPT*.
- De Noronha *et al*.,2013 [102] ainsi que Ko *et al*.,2018 [87] ne modifient pas la position du pied pour chaque diagonale
- Attenborough *et al*.,2017 [59], Bliekendaal *et al*.,2019 [101] ainsi que Gribble *et al.,*2016 [95] réalisent le *SEBT* de façon similaire

Pour le *YBT*, Hartley *et al*.,2018[94] et Vaulerin *et al*.,2020 [97] utilisent le kit plastique du *YBT* alors que Manoël *et al.,*2020[98] utilisent un marquage au sol similaire à ceux utiliser pour la réalisation du *SEBT*.

3.3 Validité prédictive

3.3.1 FMS® et HOP TEST

Comme mentionné précédemment, une seul article traite du *FMS®* et seulement deux s'intéressent aux *hop test*. Concernant le *FMS®*, dans leur étude Gribble *et al*.,2016 [95] (539 individus pratiquant le football américain) ont réalisé une courbe *ROC* uniquement pour les tests présentant une différence statistique significative entre les groupes. Avec une *P-value* de 0,322 et une taille de l'effet de 0,21 (–0,07 à 0,49) incluant la valeur 0, les auteurs ne constatent pas de différence entre le score obtenu au *FMS®* par les individus ayant eu une entorse de cheville et le groupe n'ayant pas été blessé.

Tableau 6 : Récapitulatif des données extraites pour les hop test et le FMS®

	FPT	AUC	95% CI	*Cut-off*	Sensibilité	Spécificité	RV+	RV-
Ko *et al.*, 2018	*single leg hop test (SLHP)*	0,77	0,60-0,95	15,4 s	0,67	0,94	11,5	0,35
Eechaute *et al.*, 2020	*Multiple hop test*	0,71	0,53-0,89	12,5	0,63	0,72	2,3	0,52
Gribble *et al.*,2016	*FMS*	X	X	X	X	X	X	X

Au sujet des *hop tests* :

- Ko *et al*.,2018 [87] (64 individus pratiquant le football) pour le *single leg hop test* (*SLHP*) fournissent les valeurs suivantes : une AUC de 0,77 (0,60-0,95), une sensibilité de 0,67 et une spécificité de 0,94 pour un *Cut-off* de 15,4 secondes défini à l'aide d'un Youden index de 0,61, ainsi qu'un RV+ de 11,5 et un RV- de 0,35.
- Eechaute *et al*.,2020 [86] (23 individus pratiquant le basketball, le football et le volleyball) pour le *multiple hop test* donnent les valeurs suivantes une *AUC* de 0,71 (0,53-0,89), une sensibilité de 0,63 et une spécificité de 0,72 pour un *Cut-off* de 12,5 erreurs d'équilibration, ainsi qu'un RV+ de 2,3 et un RV- de 0,52. Le Youden index n'est

pas fourni par les auteurs mais en utilisant la formule Y = Se + Sp – 1 nous obtenons une valeur de 0,35.

3.3.2 SEBT et YBT

Du point de vue du *SEBT* et du *YBT*, 3 études ne fournissent qu'un *odd ratio* ou *hazard ratio* [100–102].De plus, un quatrième article, celui de Manoël *et al*., 2020[98] ne présente que les valeurs d'un *t test* de *Student* ne montrant pas de différence entre le groupe blessé et le groupe sain.

Dans les trois études précédemment citées, seules les données de Bliekendaal *et al*.,2019 [101] pour les individus masculins ont une *P-value* inférieure à 0,05 et un *odd ratio* ne comprenant pas la valeur 1 (*SEBT ANT* ; OR=7,06 ; 95 CI% = 1,43 à 34,92 : *P-value* = 0,02 avec un *Cut-off* de 65,1%, pour une population de 137 hommes pratiquant principalement le football ou la course à pied) ainsi que l'étude de De Noronha *et al*.,2013 [102] pour qui les personnes ayant de meilleures performances au *SEBT* dans le sens postérolatéral (PL) étaient moins susceptibles de souffrir d'une entorse (HR = 0,96 et 95% CI = 0,92–0,99, P-value = 0,03).

L'étude de O'connor *et al*.,2020 [96] (636 individus masculins pratiquant le football gaélique) ne fournit une *AUC* sans spécifier la diagonale ou l'utilisation d'un score composite du *YBT*. Pour les entorses de non-contact, les auteurs ne présentent que l'intervalle de confiance de l'*AUC* à 0,45-0,59. Pour les entorses liées à un contact, les données fournies sont elles aussi uniquement l'intervalle de confiance de l'*AUC* de 0,23 à 0,55.

Tableau 7 : Récapitulatif des données extraites pour les études ne fournissant pas de courbe ROC

	FPT	**Diagonales**	**Genre**	**OR/HR**	**95 CI%**	**P-value**
Bliekendaal et al.,2019	*SEBT* (%LL)	ANT	Masculin	OR = 7,06	1,43-34,92	**0,02***
			Féminin	OR = 0,72	0,19-2,71	0,62
Pourgharib Shahi et al.,2020	*SEBT* (%LL)	N/A	N/A	OR = 1,62	0,11-22,02	0,717
Manoël et al.,2020	*YBT*	Comp	Masculin	N/A	N/A	N/A
		Ass	Masculin	N/A	N/A	N/A
		Distance en cm	Masculin	N/A	N/A	N/A
De Noronha et al.,2013	*SEBT* (%LL)	PL	N/A	HR = 0,96	0,92–0,99	**0,03***

Hartley *et al*.,2018 [94] présentent une population mixte de 551 individus pratiquant le football, football américain, et le basketball majoritairement. Pour la diagonale antérieure du *YBT* (exprimé en pourcentage de longueur de jambe) les données extraites sont spécifiques aux hommes avec une *AUC* de 0,625 (95% CI = 0,524-0,725), un *Cut-off* à 54,4% de la longueur de jambe, une sensibilité de 0,61, une spécificité de 0,62. À partir de ces données nous avons pu calculer le RV+ (Se/1-Sp) de 1,61, le RV- (1-Se/Sp) de 0,62 et un Youden index de 0,23. De plus, concernant l'échantillon féminin, les personnes qui ont soutenu une entorse de la cheville avaient significativement une asymétrie moins importante entre les deux membres inférieurs sur la diagonale postéromédiale par rapport au groupe indemne. Cependant comme ces données s'opposaient à l'hypothèse de départ des auteurs ceux-ci n'ont pas mené d'autre test statistique.

Pour finir avec les articles traitant du *YBT*, Vaulerin *et al*.,2020 [97] ont travaillé sur l'asymétrie entre les deux membres inferieurs d'une population de sapeurs-pompiers (n=39). Pour la diagonale antérieure les données sont : une *AUC* de 0,761 (0,618-0,905), un *Cut-off* >3 cm d'asymétrie, une sensibilité de 0,78, une spécificité de 0,8. À partir de ces données nous avons calculé un RV+ de 3,9, un RV- de 0,275 et un Youden index 0,58. Pour la diagonale postérolatérale, une *AUC* de 0,835 (0,744-0,927), un *Cut-off* >2 cm d'asymétrie, une sensibilité de 0,89, une spécificité de 0,8. À partir de ces données nous avons calculé un RV+ de 4,45, un RV- de 0,14 et un Youden index 0,69. Enfin, pour la diagonale postéromédiale, une *AUC* de 0,902 (0,846-0,958), un *Cut-off* >2 cm d'asymétrie, une sensibilité de 1, une spécificité de 0,8. À partir de ces données nous avons calculé un RV+ de 5, un RV- de 0 et un Youden index 0.

Tableau 8 : Récapitulatif des données extraites pour le YBT

	FPT	***AUC***	**95% CI**	***Cut-off***	**Sensibilité**	**Spécificité**	**RV+**	**RV-**
O'connor *et al*.,2020	*YBT* (%LL)	N/A	0,23−0,55	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
		N/A	0,45-0,59	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Hartley *et al*.,2018	*YBT* (%LL)	0,625	0,524-0,725	54,4%	0,61	0,62	1,61	0,62
Vaulerin *et al*.,2020	*YBT* ANT(Ass)	0,761	(0,618-0,905)	>3 cm	0,78	0,8	3,9	0,3
	YBT PM (Ass)	0,902	(0,846-0,958)	>2 cm	1	0,8	5	0
	YBT PL (Ass)	0,835	(0,744-0,927)	>2 cm	0,89	0,8	4,45	0,14

À propos la diagonale postéromédiale du *SEBT*, sur trois études, seulement deux trouvent une différence significative entre les moyennes des scores entre le groupe ayant été blessé et le groupe sain :

- Attenborough *et al*.,2017 [59] (96 femmes pratiquant le netball) fournissent un *Cut-off* pour la diagonale postéromédiale du *SEBT* inférieure à 77,5 % de la longueur de jambe normalisée. Les auteurs indiquent avoir déterminé ce score à l'aide d'une courbe *ROC*, mais aucune autre donnée n'est fournie (*AUC*, Se, Sp, RV+, RV-, Youden index).
- Ko *et al*.,2018 [87] (64 individus dont 35 femmes, pratiquant le football) fournissent les données suivantes : une *AUC* de 0,78 (0,61-0,95), un *Cut-off* à 76% de la longueur de jambe, une sensibilité de 0,92, une spécificité de 0,65, un RV+ de 3,61, un RV- de 0,22 et un Youden index 0,6
- Sur les trois études s'intéressant à la diagonale postérolatérale du *SEBT*, Seule l'étude de Ko *et al*.,2018 [87] trouve une différence significative entre les scores obtenus entre les deux groupes comparés. L'étude fournit les valeurs suivantes : une *AUC* de 0,82

(0,71-0,94), un *Cut-off* à 70% de la longueur de jambe, une sensibilité de 0,83, une spécificité de 0,77, un RV+ de 2,65, un RV- de 0,13 et un Youden index 0,57.

	FPT	***AUC***	**95% CI**	***Cut-off***	**Sensibilité**	**Spécificité**	**RV+**	**RV-**
McCann *et al*.,2019	*SEBT* ANT	X	X	X	X	X	X	X
Gribble *et al*.,2016	*SEBT* ANT	0,674	0,56-0,72	67,72%	N/A	N/A	N/A	N/A
Ko *et al*.,2018	*SEBT* ANT	0,65	0,47- 0,83	64%	0,58	0,75	2,33	0,56
	SEBT PL	0,82	0,71-0,94	70%	0,92	0,65	2,65	0,13
	SEBT PM	0,78	0,61-0,95	76%	0,83	0,77	3,61	0,22
Attenborough *et al*.,2017	*SEBT* PM	N/A	N/A	<77,5 %	N/A	N/A	N/A	N/A

Tableau 9 : Récapitulatif des données extraites pour le SEBT

Enfin, 4 articles étudient la diagonale antérieure : Attenborough *et al*.,2017 [59], McCann *et al*.,2019 [99] (64 individus pratiquant le football, le football américain et le basketball), Gribble *et al*.,2016 [95] et Ko *et al*.,2018 [87]. Seulement Gribble *et al*.,2016 [95] trouvent une différence significative entre les moyennes des scores obtenues par le groupe sain et le groupe pathologique. Les auteurs fournissent les données suivantes : une *AUC* de 0,674 (0,564-0,72), un *Cut-off* à 67,72 % de la longueur de jambe, une sensibilité de 0,83, une spécificité de 0,77, un RV+ de 2,65, un RV- de 0,13 et un Youden index 0,57. Toutefois, il faut noter que Ko *et al*.,2018 [87], fournissent l'*AUC* et son intervalle de confiance, la sensibilité et la spécificité, le RV+ et le RV-, mais la *P-value* est supérieure à 0,05 et l'intervalle de confiance de l'*AUC* comprend la valeur 0,5.

4 Analyse et discussion

Pour analyser les résultats il convient de mettre en place un cadre pour comparer les données statistiques. Les valeurs d'une *AUC* sont comprises dans une plage de 0 à 1. 1 correspond à un test dont toutes les prédictions sont correctes, et inversement une valeur *AUC* = 0 correspond à un test dont toutes les prédictions sont erronées. Ainsi, une *AUC* de 0,5 correspond à un modèle aléatoire type « *coin-flip* ». Il semble que des niveaux soient arbitrairement définis dans la littérature. Nous nous appuierons sur ceux-ci pour notre analyse :

- Excellent : 0,90 - 1,00
- Bon : 0,80 - 0,89
- Moyen : 0,70 - 0,79
- Médiocre : 0,60 - 0,69

D'après Bewicck *et al.*,2004 [104], la capacité de deux tests utilisant des variables continus pour diagnostiquer un résultat peut être comparée à l'aide des courbes *ROC* ainsi que des *AUC*. En effet, dans leur exemple les auteurs montrent que l'urée à une *AUC* supérieure au lactate (0,73 et 0,64 respectivement), donc l'urée peut fournir un meilleur test prédictif pour la mortalité. Cependant, en comparant les courbes *ROC*, pour de très faibles niveaux de sensibilité, le lactate a un niveau de spécificité plus élevé que l'urée. Un seul des articles inclus dans notre étude présente les courbes *ROC*. Ainsi nous nous concentrerons sur les autres données statistiques (*AUC*, Se, Sp, RV+, RV-).

Les valeurs des ratios de vraisemblance seront interprétées comme décrit dans le Tableau 10 : Interprétation de l'effet des ratios de vraisemblance. D'après Delacour et al.,2004 [105]. Les RV ne tiennent pas compte de la prévalence de la maladie dans la population. Un RV+ de 10 signifie qu'il y a 10 fois plus de chance que le test soit positif lorsque la personne est malade que lorsque la personne ne l'est pas. Un RV- de 0,1 signifie qu'il y a 1/0,1 soit 10 fois plus de chance d'avoir un test négatif lorsque la personne n'est pas malade que lorsque la personne est malade.

RV+	RV-	Effet
>10	<0,1	Bon
5-10	0,1-0,2	Modéré
2-5	0,2-0,5	Faible
1-2	0,5-1	Nul / Très faible

Tableau 10 : Interprétation de l'effet des ratios de vraisemblance

4.1 FMS

Comme mentionné précédemment, une seule étude (Gribble *et al.*,2016 [95]) s'intéresse à une version modifiée du *FMS* n'incluant que les exercices spécifiques au membre

inférieur. Pour une population masculine de 539 individus pratiquant le football américain, le score obtenu au *FMS* n'est pas corrélé avec le risque d'avoir une entorse (*P-value*=0,322 ; 95%CI = -0,07 à 0,49) ou le risque de récurrence de l'entorse (*p-value*=0,863 ; 95% CI =-0,26 à 0,30).

L'étude Choi et Shin [78] montre que deux des items utilisés par Gribble *et a*l.,2016 [95] (le *hurdle step* et le *in-line lunge*) permettent de diagnostiquer une *CA*I, dont la récurrence de l'entorse est une des caractéristiques principales. Toutefois, ces données ne sont pas les seuls résultats contradictoires au travers de la littérature. En effet, avec un seul article inclu, il convient d'élargir rapidement notre raisonnement pour comparer ces résultats à d'autres études s'intéressant à la capacité prédictive globale du *FMS*.

Le *FMS* présente une fiabilité inter-tester de 0,70 à 0,92, ce qui en fait une FPT globalement assez reproductible. Toutefois, de 1/10^{e} jusqu'à 3/10e des mesures effectuées peuvent être différentes entre chaque professionnel. Il convient donc de comparer l'article de Gribble *et al*.,2016 [95] 2015 avec des articles similaires en terme de population et notamment de sport.

L'étude de Kiesel *et al*.,2014 [106], porte sur une population d'individus masculins pratiquant le football américain conclut que un score de 14 ou moins au *FMS* ® avait une spécificité de 0,91 et une sensibilité de 0,54 pour prédire le risque d'une blessure. Cette étude prend donc en compte l'ensemble des traumatismes et non pas uniquement les entorses. Au vu de la bonne spécificité et la mauvaise sensibilité, les auteurs proposaient une stratégie par exclusion des vrais négatifs. Cependant, les résultats des méta-analyses de Moran *et al*.,2017 [107] et de Dorrel *et al*.,2015 [108] mettent en avant le risque de biais élevés de la plupart des études inclues et ne soutiennent pas la validité prédictive du *FMS®* pour l'ensemble des traumatismes avec une AUC de **0,58** (95% CI, **0,42**-0,77) comprenant la valeur 0,5, un LR+ de **1,65** (95% CI =1,3-2,0) et un LR- de **0,87** (95% CI = 0,82-0,92).

Avec un score de 8/9 à la *NOS,* les résultats de l'étude de Gribble *et a*l.,2016 [95] se placent dans le continuum des résultats globaux précédents. Ainsi, le *FMS* semble être un outil peu adéquate pour prédire le risque de survenue d'une entorse de cheville.

4.2 Hop Test

Seulement deux études s'intéressent aux *hop test* : Ko *et al*.,2018 [87] ainsi que Eechaute *et al*.,2020.[86]

Ko *et al*.,2018 [87] s'intéresse au *single leg hop test* (*SLHP*) qui est l'équivalent du *side to side hop* test dans la méta analyse de Rosen *et al*.,2019 [85], dont nous avons parlé dans l'introduction concernant les *FPT* pouvant diagnostiquer une *CA*I. Il est important de noter que l'étude Ko *et al*.,2018 [87] s'intéresse aux footballeurs et se différencie de notre population globale par la taille, l'âge et la masse des individus inférieurs aux autres valeurs des études. Avec une *AUC* de 0,77 (0,60-0,95) pour un *cut-off* de 15,4 secondes, la capacité de prédiction du *SLHT* est considérée comme moyenne selon les critères que nous avons établi. En effet, avec une *AUC* proche de 0,8 ce test permettrait d'évaluer correctement presque 80% des patients correspondant aux caractéristiques anthropométriques de la population de l'étude. L'intervalle de confiance supérieure est excellent (*AUC* = 0,95), toutefois l'intervalle de confiance inférieur est médiocre, à la limite d'être caduc (*AUC* = 0,6). Avec une taille d'effet

de 0,35 ce test est extrêmement variable quant à sa capacité de classifier correctement les individus.

La sensibilité est de 0,67 et la spécificité de 0,94 pour un *Cut-off* de 15,4 s. Ainsi, le test est plus spécifique que sensible. Les tests très sensibles sont surtout utiles pour s'assurer qu'une maladie n'est pas présente (peu de faux négatifs) alors que ceux qui sont très spécifiques sont utiles pour s'assurer qu'une maladie est bien présente en détectant les non malades de l'échantillon (peu de faux positifs). Ce test semble donc intéressant pour s'assurer qu'il y est peu de faux positifs (forte spécificité), alors que la sensibilité de 0,67 présente le risque d'avoir un grand nombre de faux négatifs. Dans une volonté de prévention, il semble judicieux de diminuer le nombre de faux négatifs en premier lieu, puis de diminuer le nombre de faux positifs pour une question de coût.

Avec un RV+ de 11,5 classifié comme bon, et un RV- de 0,35 donc faible, il y a donc 11,5 fois plus de chance que le test soit positif lorsque la personne est malade que lorsque la personne ne l'est pas et 2,9 fois plus de chance d'avoir un test négatif lorsque la personne n'est pas malade que lorsque la personne est malade. De l'ensemble des tests étudiés, le *SLHP* présente le meilleur RV+ et un des plus mauvais RV-. Ce test permet donc surtout d'inclure les patients étant à risque. Il semble donc nécessaire de coupler ce test avec un autre *FPT* qui possède un meilleur RV- pour diminuer le risque de surestimer cliniquement le *SLHP* qui a une très bonne spécificité mais une sensibilité nettement inférieure.

Ainsi, ces résultats vont dans le sens de la méta-analyse de Rosen *et al*.,2019 [85] sur la capacité du *SLHP* à diagnostiquer une *CAI* et donc la récurrence de l'entorse. Avec un score de 9 à la *NOS*, l'article de Ko *et al*.,2018 [87] présente une bonne fiabilité. Toutefois, seule la fiabilité intra testeur est disponible, ce qui pose la question de l'applicabilité de ce test entre différents utilisateurs. Il semble donc plus judicieux d'intégrer ce test pour une pratique mono-professionnelle et coupler avec d'autres éléments prédictifs afin de minimiser le nombre de faux négatifs. Cependant, il semble important de pondérer ces résultats car l'effectif de la population de l'étude est faible, l'intervalle de confiance de l'*AUC* est important, ces résultats ne s'intéressent qu'au football et nous n'avons pas les intervalles de confiance des ratios de vraisemblance.

L'étude d'Eechaute *et al*.,2020 [86] étudie le *multiple hop test* (nombre d'erreur d'équilibration). Cette étude semble particulièrement intéressante car :

- Elle s'intéresse à plusieurs sports (basketball, football et volleyball) : deux sports d'intérieur présentant une forte incidence et un sport d'extérieur présentant une incidence moindre que les précédents selon Doherty *et al*.,*2014* [13].
- Elle présente un effectif de presque 300 individus dont les valeurs anthropométriques sont dans les normes de l'ensemble des études inclues dans cette revue.
- Ce test est indiqué par la méta-analyses de Rosen *et al*.,2019 [85]*,* pour diagnostiquer une *CAI*.
- Avec un score de 9/9 à la *NOS*, cette étude présente une bonne fiabilité
- L'auteur indique qu'il n'y a pas de différence significative entre les résultats obtenus en fonction du sexe des individus ou en fonction du sport

Avec une *AUC* de 0,71 pour un *cut-off* de 12,5 erreurs, ce test une globalement moyen suivant les critères établis dans cette revue. Cependant, avec un intervalle de confiance allant de 0,53 à 0,89, nous notons que la capacité prédictive de ce test est extrêmement versatile, allant d'une capacité à identifier seulement un patient sur deux jusqu'à 9 patients sur 10. La sensibilité (0,63) et la spécificité (0,72) sont relativement faibles, le RV+ (2,3) présente un effet faible, et l'effet du RV- (0,52) est nul. De plus, ce RV- présente la valeur la plus mauvaise de l'ensemble des études inclues dans cette revue, ce *FPT* ne semble pas particulièrement adapté pour fournir une prédiction performante sans l'utilisation conjointe d'autre *FPT* ou de paramètre anthropométrique facteur de risque de l'entorse.

4.3 SEBT et YBT

Avant de s'intéresser en détail aux valeurs fournies par les différentes études, il semble important de mettre en avant certains points :

- Si le *YBT* semble-t-être une version allégée du *SEBT*, ces deux tests mesurent-ils de la même manière l'équilibre dynamique ?
- Le modèle préventif de Bahr dont nous avons parlé dans l'introduction explique l'importance de prendre en compte les différents facteurs de risque (dans notre cas le sexe, la taille, le poids, la récurrence de l'entorse, le type de sport, le contrôle postural), l'exposition et le mécanisme de blessure (entorse de contact ou de non-contact) pour mettre en place un modèle préventif efficace. Le *SEBT* et *YBT* sont-ils spécifiques à l'un ou l'ensemble de ces paramètres ?
- Enfin, quel paramètre anthropométrique influe sur les résultats obtenus au *SEBT* et *YBT* ?

Pour répondre au premier point, si le *YBT*, le *SEBT* ou *mSEBT* semblent similaire dans leur conception et réalisation, d'après Jagger *et al*.,2020 [109], Bullow *et al*.,2019 [110] et Ko *et al*.,2019 [111], les résultats obtenus entre le *YBT* et le *SEBT* pour les mêmes diagonales ne sont pas comparables, et plus spécifiquement pour la diagonale antérieure. Par manque de données, nous comparerons ces deux *FPT* mais il conviendra de tempérer les résultats.

4.3.1 Le mécanisme lésionnel influe-t-il sur la performance du *FPT* ?

Concernant le modèle de Bahr et les mécanismes lésionnels, 3 études distinguent les entorses liées au mécanisme lésionnel de contact ou de non-contact. L'étude de Manoël *et al*.,2020 [98] indique que 80% des entorses ne sont pas liées à un mécanisme de contact. Les auteurs indiquent seulement qu'il existe une corrélation entre une diminution du score composite au *YBT* entre la population saine et la population blessée (4,52 ; 95% CI = 0,87 à 8,17 ; *P-value* =0,01) mais sans toutefois faire le distinguo entre les deux mécanismes. Bliekendaal *et al.,*2019 [101], à l'instar de Manoël *et al*.,2020 [98], fournissent un tableau spécifiant le type de mécanisme lésionnel, mais ne fournissent qu'un *odd ratio* pour l'ensemble des entorses de chevilles sans faire de différence entre les mécanismes lésionnels (OR = 7,06 ; 95% CI = 1,43 à 34,92 ; *P-value*=0,02).

Seule l'étude de O'connor *et al*.,2020 [96] s'est intéressée à l'*AUC* du *YBT* pour les entorses de contact et de non-contact. D'après cette étude, aucune des composantes du *YBT* n'a fourni d'*AUC* supérieure à 0,6. Toutefois, avec une *AUC* de 0,23−0,55 pour les entorses de contact et une *AUC* de 0,45−0,59 pour celles de non-contact, il semble que ce *FPT* puisse mieux

discriminer les entorses de non-contact. En effet, même si l'*AUC* comprend la valeur 0,5, sa taille de l'effet est plus réduite avec une *AUC* supérieure. Toutefois, il faut pondérer cette observation car le nombre de blessures à la suite d'un contact et nettement inférieur aux blessures sans contact. Nous ne pouvons conclure bénéfiquement sur l'efficacité du *YBT* à différencier le risque de blessures de la cheville par contact ou non-contact, cependant il semble important dans les futures recherches d'inclure ce paramètre car la blessure liée à un contact n'est pas un paramètre pouvant être contrôlé durant l'exposition des sujets.

4.3.2 Durée de suivi et durée d'exposition

Toujours dans la troisième étape du modèle de Bahr, nous pouvons nous intéresser à la durée de suivi et la durée d'exposition. Deux études se distinguent des autres par une durée de suivi de 3 mois (Manoël *et al*.,2020 [98], McCann *et al*.,2019 [99]). L'étude de McCann *et al*., =2019 [99] pour une population mixte et pratiquant différents sports (football, football américain, basketball) ne trouve pas de différences significatives entre les moyennes obtenues au *SEBT*-ANT entre les deux groupes. En opposition, l'étude de Manoël *et al*.,2020 [98], trouve une corrélation entre une diminution du score obtenu à la diagonale antérieure du *YBT* et le risque de blessure. Nous avons mentionné plus tôt que les résultats obtenus que *SEBT* et au *YBT* ne sont pas comparables. Toutefois, en s'intéressant à la réalisation de ceux-ci dans la partie méthodologique des articles, nous pouvons observer que Manoël *et al*.,2020 [98] n'utilisent pas le kit plastique spécifique à la réalisation du *YBT* mais un marquage au sol en scotch, ce qui la rend similaire à l'étude de McCann *et al*.,2019 [99] utilisant le *SEBT*-ANT. Ainsi, nous pouvons nous demander si la durée d'exposition ne joue pas un rôle. En effet, la population de Manoël *et al*.,2020 [98] est composée de sportifs professionnels avec un volume d'entrainement journalier largement supérieur aux autres études. En effet, l'ensemble des études présente un volume d'entrainement de l'ordre de 1 à 2 session par semaine, alors que pour la population étudiée par Manoël, la durée d'exposition est de l'ordre de 15 à 25 heures par semaine.

L'étude de d' Hartley *et al*.,2018 [94] s'intéresse au *YBT* et présente une durée de suivi deux fois supérieure à la moyenne des études. Les données anthropométriques sont similaires avec la population de McCann *et al*.,2019 [99], notamment le ratio homme/femme (2,3) ainsi que les sports investigués. La seule différence se résume donc au test utilisé et la durée de suivi. Hartley nous fournit une *AUC* de 0,625 (0,524-0,725) pour la diagonale antérieure. Cette aire sous la courbe est similaire aux autres données fournies par les auteurs trouvant une corrélation entre le score obtenu au *SEBT*-ANT, notamment celle de Gribble *et al*.,2016 [95] s'intéressant à une population masculine pratiquant le football américain avec une *AUC* de 0,674 (0,564-0,72). Ainsi, nous pouvons supposer que la durée d'exposition se doit d'être au moins étendue sur une année sportive même si les mesures au *YBT* et au *SEBT* ne semblent pas mesurer les mêmes paramètres.

4.3.3 Les diagonales du *SEBT* sont-elles inféodées au genre des individus ?

Cinq études s'intéressent à trois diagonales du *SEBT* (ANT, PM, PL) et deux supplémentaires étudient uniquement la diagonale antérieure. Sur ces 7 études, seulement deux trouvent une relation entre la diagonale antérieure et le risque de blessures, 2 études sur 5 trouvent un lien entre la diagonale postéromédiale et l'entorse, 2 autres entre la diagonale postérolatérale et le risque de se blesser. Face à ces résultats discordants, il semble

donc nécessaire de s'intéresser à l'influence des paramètres anthropométriques sur les résultats obtenus lors de la mesure de l'équilibre dynamique avec le *SEBT* :

- Concernant une population masculine, l'étude de Bliekendaal *et al*.,2019 [101] nous fournit un *odd ratio* significatif uniquement pour la population masculine pour la diagonale antérieure du *SEBT* (OR= 7,06 ; 95 CI% = 1,43-34,92 ; *P-value* =0,02). Nous obtenons des données similaires pour l'étude de Gribble *et al*.,2016 [95] (composée uniquement d'individus masculins) avec une *AUC* de 0,674 (0,564-0,72), un odd ratio de 2,84 (1,58-5,10) et une *P-value* <0,01. Les auteurs ne fournissent aucune donnée ne permettant de calculer les ratios de vraisemblance. L'*AUC* est donc médiocre, les bornes de l'intervalle de confiance comprennent une valeur inférieure à 0,6 et une valeur maximale tout juste supérieur à 0,7 correspondant à un bon effet. Les autres études ayant une population mixte ne montrent pas de différences significatives pour la diagonale antérieure. La seule étude nous fournissant une *AUC* est celle de Ko *et al*.,2018 [87]dont l'intervalle de confiance comprend 0,5 (0,47-0,83) pour un *cut-off* de 64%. Toutefois, Ko *et al*.,2018 [87] n'utilisent pas la même position du pied pour réaliser la diagonale antérieure, ce qui pourrait expliquer cette différence. La seule étude avec une population exclusivement féminine (Attenborough *et al*.,2017 [59]) ne montre pas de différences significatives entre les moyennes des groupes exposés et non exposés.
- Pour une population féminine, les données sont plus diffuses. L'étude de Attenborough *et al.,*2017 [59] montre une corrélation entre une diminution des valeurs mesurées pour la diagonale postéromédiale avec le risque de se blesser. Les auteurs stipulent avoir réalisés une courbe *ROC* mais les données ne sont pas disponibles. Les résultats peuvent être analysés avec les données obtenues par Hartley *et al.,*2018 [94], Les auteurs observent une différence significative chez leur population féminine pour la diagonale PM, mais qui malheureusement ne fournit ni *odd ratio*, ni *AUC*. Enfin, le *cut-off* donné par Attenborough *et al.,*2017 [59] (<77,5 %), bien qu'étant une moyenne, est similaire de celui obtenu par Ko *et al.,*2018 [87] (*AUC*= 0,78 ; 95%CI =0,61-0,95 ; *cut-off* 76% définit par le Youden index). L'étude de Ko *et al.,*2018 [87] présente un RV+ de 3,61 et un RV- de 0,22, les effets sont donc faibles. Toutefois, avec une sensibilité de 0,83, cette étude présente la seconde sensibilité la plus élevée de l'ensemble de nos études. Toutefois, Ko *et al.,*2018 [87] ne précisent pas dans leur méthodologie si les résultats sont exprimés en pourcentage de longueur de jambe ou en distance réalisée.

Nous venons de voir que le genre pourrait avoir une incidence sur les résultats obtenus au *SEBT* suivant les diagonales étudiées. Toutefois, la diagonale postérolatérale fournit des données intéressantes. De Noronha *et al*.,2013 [102] indiquent qu'un individu avec un score au *SEBT*-PL inférieur à 80% de la longueur de jambe à 48% de chance supplémentaire d'avoir une entorse. De plus, un individu avec un score supérieur à 90% aurait moins de chance de se blesser (HR = 0,96 ; 95 CI% 0,92–0,99, *P-value*=0,03). L'étude de Ko *et al*.,2018 [87] pour cette même diagonale fournit une *AUC* de 0,82 (0,71-0,94), un RV+ de 2,65 et un RV-de 0,13 pour une valeur seuil de 70%. Il s'agit de la meilleure ide l'ensemble de nos études dont la taille de l'effet va de moyen à excellent.

Concernant les ratios de vraisemblance, nous avons ici le meilleur ratio de vraisemblance négatif de l'ensemble des études, ainsi que la meilleure sensibilité (0,92). L'effet du RV- peut être classifié comme bon. Nous avons vu précédemment que nous souhaitions avoir un test avec une bonne sensibilité et un bon RV- afin de ne pas exclure des faux négatifs. Ces données vont donc dans le même sens que l'étude de De Noronha *et al*.,2013 [102] concernant le risque d'être blessé. Toutefois, il faut noter qu'à la lecture de la partie méthodologie, l'article de De Noronha *et al.,*2013[102] présente une photo de la réalisation du *SEBT* ou les diagonales PM et PL semblent inversées. Nous n'avons pas d'information complémentaire dans la partie rédactionnelle pour savoir si cette différence est due à une mauvaise interprétation de la réalisation du test ou une erreur de rédaction.

Dans la littérature, Holden *et al*.,2016 [112] analysent l'évolution des performances réalisées au *SEBT* chez les adolescents durant leur croissance. La population à une moyenne d'âge de 13 ans, et les progressions sont mesurées à 6, 12, 18 et 24 mois. Cette étude est intéressante car elle se rapproche de la population étudiée par Ko *et al*.,2018 [87]. Seul le poids des individus diffère, avec une masse corporelle plus importante pour l'étude de Ko *et al*.,2018 [87]. Holden *et al*.,2016[112] mettent en évidence que les individus féminins réalisent des meilleures performances au *SEBT*-ANT (différence de moyenne = 2,09; 95% CI = 0,88 à 3,29; *P-value*=0,001) à toute les étapes de mesure, alors que les individus masculin performent mieux sur la diagonale postéro latérale (différence de moyenne = 3,12; 95% CI = 0,86 to 5,38; *P-value* =0,007) et postéromédiale (différence de moyenne = 2,79 ; 95% CI = 1,12 à 4,48 ; *P-value* = 0.001) à toutes les étapes de mesure, ce qui va dans le sens de notre analyse des diagonales par sexe pour la diagonale postéromédiale et la diagonale antérieure. En effet, la taille de l'effet pour la diagonale postérolatérale pour les individus masculin est limitée par la borne inférieure de l'intervalle de confiance.

4.3.4 Capacité prédictive du *YBT*

Concernant le *YBT*, les données sont elles aussi contradictoires. Les 4 études (O'connor *et al*.,2020 [96], Manoël *et al*., 2020[98], Hartley *et al*.,2018[94], Vaulerin *et al*.,2020 [97]) étudient l'asymétrie, le score composite et la distance réalisée rapportée en pourcentage de longueur de jambe. Seul l'étude de Hartley *et al*.,2018 [94] fournit une *AUC* supérieur à 0,6 pour la distance réalisée au *YBT*-ANT rapportée en pourcentage de longueur de jambe pour une population masculine (A*UC*=0,625 ; 95 CI% : 0,524-0,725 ; RV+=1,61 ; RV-=0,62). La taille de l'intervalle de confiance est importante, la taille de l'effet va de médiocre à moyen, l'effet des ratios de vraisemblance est nul. Ces résultats vont dans le même sens que l'étude de Manoël *et al*.,2020 [98] présentant une corrélation entre la diminution de l'équilibre dynamique et le risque de blessure, mais s'oppose à ceux de O'connor *et al*.,2020[96] et Vaulerin *et al*.,2020 [97]. Les études de O'connor *et al*.,2020 [96] et Manoël *et al*.,2020 [98] ont un score de 7/9 à la *NOS*, tandis que celle de Vaulerin *et al.,*2020 [97] un score de 5/9 et celle d' Hartley *et al*.,2018 [94] un score de 8/9. L'étude Hartley *et al*., 2018[94] est la seule étude sans biais de suivi. Ainsi, nous ne pouvons conclure bénéfiquement sur l'intérêt d'utiliser le *YBT* pour prédire le risque d'avoir une entorse en utilisant comme paramétré le score composite ou la distance réalisée rapportée à la longueur de la jambe du patient.

De plus, seule la population de l'étude d' Hartley *et al*.,2018 [94] est mixte, les autres études étant composées d'une population masculine. Nous ne pouvons conclure sur l'effet du

sexe de l'individu sur la performance du *YBT* à prédire le risque de blessure, contrairement au *SEBT*.

L'étude de Vaulerin *et al.*,2020 [97] montre une capacité prédictive du *YBT* en utilisant comme paramètre mesuré l'asymétrie entre les deux membres inférieurs :

- Pour un *cut-off* supérieur à 3cm d'asymétrie à la diagonale antérieure, l'*AUC* est de 0,761 (0,618-0,905), le RV+ de 3,9 et le RV- est de 0,275. La taille de l'effet de l'*AUC* est extrêmement large et la limite inférieure flirte avec le 0,6. L'effet des RV est faible.
- Pour un *cut-off* supérieur à 2cm à la diagonale PL, l'*AUC* est de 0,835 (0,744-0,927). L'effet est donc bon, allant de modérer à excellent. Le RV+ est de 4,45, son effet est donc faible, le RV- est de 0,14 son effet est modéré
- Pour un *cut-off* supérieur à 2cm à la diagonale PM, l'*AUC* est de 0,902 (0,846-0,958), l'effet est donc excellent, allant de bon à excellent. Le RV+ est de 5, son effet est donc faible, le RV- est de 0 son effet est bon

Ainsi à la première lecture, l'utilisation de la diagonale postéromédiale avec pour critère la mesure de l'asymétrie des membres inférieurs semble être un outil adapté. Toutefois, il s'agit de la seule étude se démarquant par des résultats positifs. Avec l'étude de Manoël et al.,2020 [98], l'article de Vaulerin et al.,2020 [97] présentent la population la plus âgée de l'ensemble des études et les durées d'exposition les plus importantes. L'ensemble des études s'intéressant au *YBT* ne donne pas non plus de définition spécifique pour qualifier l'entorse de cheville. Nous ne pouvons conclure sur l'influence de l'un de ces facteurs. Cependant, l'étude de Vaulerin *et al*.,2020 [97] présente un score à la NOS de 5/9. O'connor *et al*.,2020 [96] et Manoël *et al*.,2020 [98]ont un score de 7/9 à la NOS. Ainsi, pour affirmer la validité de ce *FPT*, il semble nécessaire d'inclure de futures études avec une meilleure qualité méthodologique et d'éclaircir l'influence de la durée d'exposition à minima.

4.3.5 La masse et la taille des individus influent la capacité prédictive du *SEBT* ?

Toujours dans l'idée de s'appuyer sur le modèle de Bahr, nous pouvons nous demander si la masse ou l'IMC des individus influe sur la performance du *SEBT* à prédire le devenir des patients. Deux études se démarquent par le poids des patients largement supérieur aux autres articles : celles de Gribble *et al*.,2016 [95] (8/9 à la *NOS*) et de McCann *et al*.,2019 [99] (8/9 à la NOS). Ces deux études fournissent des résultats opposés, l'étude de Gribble *et al*.,2016 [95] étant en faveur de l'utilisation de la diagonale antérieure, celle de McCann *et al*.,2019 [99] en défaveur. Les données anthropométriques de ces deux études sont similaires et presque 50% de la population de l'étude de McCann *et al*.,2019 [99] pratique le football américain, contre 100% de la population pour l'étude de Gribble *et al*.,2016 [95]. Gribble *et al*.,2016 [95] concluent que l'IMC (*AUC*=0,630 ; 95% CI= 0,541-0,716; *P-value* = 0,002) et le *SEBT* (*AUC* = 0,674; 95% CI= 0,564-0,729; *P-value* = 0,001) sont des bons prédicteurs indépendants, mais que combinés, la capacité discriminative diminue.

Cependant, l'étude de McCann *et al*.,2019 [99], dont le poids moyen et le sport pratiqué sont similaires à l'étude de Gribble *et al*.,2016 [95] conclue que ni le *SEBT*-ANT ni l'IMC des individus (sauf pour les individus dont la masse est supérieure à 100 Kg) sont prédictifs. L'étude de Ko *et al*.,2018 [87] (9/9 à la *NOS*) dont la population présente une masse moyenne la plus basse de l'ensemble de nos études (57,1 +/-8,4 Kg) nous fournissent une *AUC* du *SEBT*-ANT de 0,65 (0,47- 0,83), légèrement inférieure aux données de Gribble *et al*.,2016 [95]. Nous avons vu précédemment que le sexe des individus semble influencer les résultats au

SEBT et la population de l'étude de Ko *et al*.,2018 [87] est mixte. Ainsi, Nous ne pouvons pas conclure que la masse des individus influe sur les performances réalisées au *SEBT*.

4.3.6 Peut-on s'appuyer sur les données de l'incidence en fonction du sport ?

Si les études de Gribble *et al*.,2016 [95], McCann *et al*.,2019 [99] et Hartley *et al*.,2018 [94] ont des données anthropométriques similaires, elles différent par les pratiques sportives de leur population. Nous avons vu que d'après Doherty *et al*.,2014 [13] l'incidence de l'entorse de cheville est variable en fonction des sports (7‰, sport d'eau ou de glace : 3,7‰, sport d'extérieur 1,0 ‰). Une incidence élevée permet-elle une meilleure discrimination des *FTP* ? Un *FPT* est-il spécifique à un sport ?

Nous retrouvons des *AUC* supérieures à 0,6 pour : le football américain d'après Gribble *et al*.,2016 [95], le football d'après Ko *et al*.,2018 [87]. Attenborough *et al.,*2017 [59] ne fournissent pas les données de la courbe *ROC* mais le *SEBT* pourrait être efficace pour une population pratiquant le Netball et De Noronha *et al*.,2013 [102], présentent un HR en faveur du *SEBT* pour une population d'étudiants sportifs. Le *SEBT* pourrait donc discriminer correctement des sports dont l'incidence est la plus faible et donc les sports avec une incidence supérieure.

Toutefois, en observant les études s'intéressant à différent sport, seul l'étude Hartley *et al*.,2018 [94] nous fournit une *AUC* pour une étude portant sur le football américain (29,2), football (20%), basketball (18,5%), Baseball (9,9 %) volleyball (5,4), softball (5,4), autre (11,2%) et Bliekendaal *et al.,* 2019[101] présentent uniquement un *odd ratio* (OR=7,06 ; 95 CI% =1,43-34,92 ; P-value= 0,02) pour une population pratiquant le Football (34%), la course à pied (33%), le hockey (8%), les arts martiaux (6%). Cependant, l'intervalle de confiance de l'*AUC* Hartley *et al.,*2018 [94] nous donne une valeur inférieure de 0,524, soit une performance prédictive proche d'un *coin-flip*.

L'étude de McCann *et al*.,2019 [99] (Football américain (41%), basketball (24,6%), football (14,8%), baseball (5%), autre (14,6%)) nous expose un résultat négatif quant à la capacité prédictive du *FPT* mais sa population totale représente moins de 10% de l'effectif de la population d' Hartley *et al*.,2018[94]. L'article de Pourgharib Shahi *et al*.,2020 [100] (8/9 à la *NOS*) fournit uniquement un *odd ratio* dont l'intervalle de confiance comprend la valeur 1 et une *P-value* supérieure à 0,05 (OR=1,62 ; 95 CI% : 0,11-22,02 ; *P-value* = 0,717) pour une population pratiquant le football (54,7%) et le basketball (45,3%) allant ainsi dans le sens de l'étude de McCann *et al.,*2019 [99].

Ces différences peuvent-être dû soit à un faible nombre d'entorses enregistrées lors de ces études, soit à la non-distinction entre entorse de contact et de non-contact. En effet, le basketball présente une des plus haute incidence, cependant la majorité des entorses sont issues d'un contact (71,2% d'après Herzog *et al*.,2019 [113]). De plus, d'après Woods *et al*.,2003 [114], 59% des entorses sont liées à un contact pour une population de footballeurs professionnels. Nous avons vu que la capacité des *FPT* à prédire le risque de *LAS* serait tributaire du mécanisme de contacte ou de non contact suivant O'connor *et al.,*2020 [96]. Ainsi, il semble judicieux d'utiliser les *FPT* non pas à partir de l'incidence globale, mais du mécanisme lésionnel.

4.3.7 Les critères de réalisation des *FPT* : des techniques de réalisation variable

Avec autant de données contradictoires, nous pouvons nous demander si malgré une définition similaire du positionnement du patient lors du *FPT* et des critères semblables pour qualifier les erreurs, les patients réalisent de la même manière ces tests ?

En effet, l'étude de De la Motte *et al*.,2015 [115] s'intéresse aux mouvements du buste lors de la réalisation du *SEBT* par une population atteinte de *CAI*. Les auteurs n'observent pas de différence pour la distance réalisée au *SEBT*, mais les patients atteints de *CAI* compensent par une rotation du tronc et du bassin ou une flexion de la hanche plus importante. De plus, Cuğ 2017 [116] met en avant que la position du pied et des mains joue un rôle important dans les distances réalisées au *SEBT*. Dans notre revue, la position du pied est similaire dans les articles. Cependant, si les individus ne sont pas contraints de garder les mains sur les hanches lors de la réalisation du *SEBT*, Cuğ 2017 [116] observe que les valeurs obtenues sont plus importantes, et notamment pour les diagonales postérieures. Dans notre revue, seuls Pourgharib Shahi *et al*.,2020 [100], McCann *et al*.,2019 [99] ne fournissent pas d'indication quant à l'utilisation des mains lors de la réalisation du *SEBT*. Les deux études en faveur de l'utilisation des diagonales postérieures (Attenborough *et al*.,2017 [59] et Ko *et al*.,2018 [87]) indiquent contraindre les mains sur les hanches. Nous n'attribuons pas la différence de résultats entre les études à une différence de protocole de mesure.

4.3.8 Affiner la définition de l'entorse de cheville améliore-t-elle la performance des *FPT* ?

Enfin, il est important d'évoquer que la variabilité des résultats peut être dû au type d'entorse étudié. En effet, Ko *et al*.,2018 [87], Gribble *et al*.,2016 [95], Attenborough *et al*., 2017 [59]et Hartley *et al*.,2018 [94] s'intéressent uniquement aux *LAS*. Les autres auteurs ne précisent pas s'ils prennent en compte les différents types d'entorses de cheville ou uniquement celles touchant le complexe ligamentaire latéral. Mulcahey *et al*.,2018 [117] montrent que pour la totalité des entorses de cheville (latérale, médiale ou du ligament tibio-fibulaire antérieure) concernant une population de footballeurs américains, 34% des entorses touchent le ligament tibio-fibulaire, alors que pour une population pratiquant le basketball, Herzog *et al*.,2019 [118] celles-ci représentent moins de 8% des lésions.

Les seuls résultats positifs de notre revue, sans prendre en compte le niveau de performance du test, c'est-à-dire une *AUC* supérieure à 0,6, concernent les études s'intéressant uniquement au *LAS*. Ainsi, il semblerait judicieux de définir plus précisément la capacité des *FPT* à définir le risque de blessure en fonction du type d'entorse, et non pas d'inclure l'ensemble des entorses du complexe ligamentaire de la cheville.

Concernant la récurrence de l'entorse, seule l'étude de McCann *et al*.,2019 [99] s'intéresse à la relation entre le *SEBT*-ANT et la récurrence de l'entorse. Les auteurs ne trouvent pas de différence significative entre les moyennes du groupe sain et du groupe blessé. Toutefois, nous avons mentionné dans l'introduction que la récurrence de l'entorse semble-t-être prédictive du risque d'être blessé (Pourgharib Shahi *et al*.,2020 [100], De Noronha *et al*.,2013 [102]). Herzog *et al.,*2019 [118] constatent que 12% à 47% de toutes les entorses de la cheville signalées ne sont pas des primo entorses. De plus, la récurrence de

l'entorse est un des points développer par les grilles d'évaluation (notamment la *CAIT* ou la *FAAM*) de la cheville chronique instable. Avec qu'une seule étude s'intéressant à l'utilisation d'un *FPT* pour prédire la récurrence de l'entorse, nous ne pouvons conclure sur la performance des tests fonctionnels à prédire le risque de récidive.

4.3.9 Le *cut-off* ou valeur seuil peut-il être transposer d'un sport à un autre ?

Enfin, il semble nécessaire de s'attarder sur la notion de valeur seuil ou *cut-off* optimal pour les courbes *ROC*. La courbe *ROC* est un graphique exprimant la relation entre la sensibilité et la spécificité d'un test en fonction de toutes les valeurs seuils possibles. Le choix du *cut-off* est donc essentiel pour optimiser la sensibilité et/ou la spécificité, et donc les ratios de vraisemblances du test.

Le *cut-off* optimal peut être défini par lecture de la courbe ou à l'aide du Youden index. L'utilisation du Youden index permet de définir une valeur seuil qui maximise la sensibilité et la spécificité d'un test. Si les courbes *ROC* sont présentes dans l'article, la valeur seuil peut être défini par lecture de la courbe. Il correspond au point le plus éloigné de la courbe représentant un test d'apport nul (*AUC* = 0,5). Nous avons vu précédemment que nous souhaitions avoir une sensibilité maximale, ce qui correspond à la partie supérieure droite de la courbe *ROC* (Delacour *et al.,* =2009 [119]). Si nous souhaitons maximiser la spécificité, la valeur seuil serait située dans ce cas dans la partie inférieure gauche de la courbe *ROC*.

Nous pouvons dans cette revue uniquement raisonnée sur les *cut-off* du *SEBT*-ANT. En effet, il s'agit du seul *FTP* pour lequel nous avons plusieurs *cut-off*. Gribble *et al*.,2016 [95] donnent un *cut-off* de 67,72% défini au Youden index alors que Ko *et al*.,2018 [87] fournissent un *cut-off* de 64% lui aussi défini à l'aide du Youden index. Il faut relativiser cette comparaison car le *cut-off* est défini pour une *AUC* à 0,65 dont l'intervalle de confiance inférieure à une valeur de 0,5 pour l'article de Ko *et al*.,2018 [87]. Les valeurs seuil ne sont jamais identiques, et différents auteurs attribuent la variabilité de ces scores au type de sport ou à la position de joueurs sur le terrain.

Cependant, nous pouvons remarquer spécifiquement pour les études s'intéressant au *YBT* que les mesures permettant d'exprimer le résultat en pourcentage de longueur de jambe sont différentes. En effet, seul Vaulerin *et al.,*2020 [97] mesurent la longueur du membre inférieur de l'EIAS à la malléole médiale, les autres auteurs prenant comme point de repère la malléole latérale. Nous avons vu que le genre de l'individu influe sur des diagonales différentes au *SEBT*, de plus l'âge semble aussi jouer un rôle quant au score réalisé. Ainsi, il semblerait judicieux de définir un *cut-off* maximal au moins spécifique au sport. De plus, ce *cut-off* devrait maximiser la sensibilité du test, et non pas le meilleur rapport entre sensibilité et spécificité.

En conclusion, nous constatons une grande disparité dans le nombre d'articles inclus dans cette revue en fonction des *FPT*. Le *SEBT* ou le *YBT* sont les *FPT* les plus représentés dans la littérature pour prédire le risque de survenue d'une entorse. Malgré une grande diversité de forme, les *hop test* sont les seconds *FPT* les plus représentés, mais avec seulement deux articles inclus. Enfin, le *FMS* avec un seul article inclu, et le dernier des *FPT* représenté. Aucune étude ne s'intéresse encore au *DLBT*.

Concernant le *FMS* et les *hop test*, le *FMS* ne semble pas être un instrument valide pour prédire le risque d'avoir une entorse. Nous avons un seul article ne présentant pas de corrélation entre une diminution du score au *FMS* et le risque de se blesser. Deux méta-analyses s'intéressant à la capacité globale du *FMS* à prédire le risque de blessure vont dans ce sens. Ainsi, aux vues de l'entendu des données actuelles et en l'absence de nouvelles études, nous ne pouvons conclure sur l'utilisation du *FMS* en tant qu'élément prédictif de l'entorse de cheville.

Pour les *hop test*, seulement deux articles sont inclus dans notre revue. Les deux articles fournissent des données en faveur de la capacité prédictive des *hop test*, mais celles-ci doivent être pondérées. Dans un premier temps, comme nous l'avons mentionné dans la partie méthodologie, l'absence de données négatives quant à la capacité discriminative des *hop test* pourrait présenter un biais de publication. De plus, l'étude de Ko *et al*.,2018 [87] présente un effectif quatre fois moins important que l'étude d'Eechaute *et al*.,2020 [86] et s'intéresse seulement au football, alors que l'étude d'Eechaute *et al*.,2020 [86] inclue une dizaine de sports différents. Pour ces deux études, l'effet du RV- est faible, seul l'étude de Ko *et al*.,2018 [87] présente un le meilleur RV+ (11,5) de l'ensemble de nos études. Les intervalles de confiance des *AUC* sont larges pour les deux études incluant la valeur 0,6 pour les deux. Les résultats sont donc en faveur d'une capacité prédictive modérée des *hop test*. Cependant, celle-ci reste ténue, et des études supplémentaires sont requises pour affiner la performance de ces tests en fonction du sport, des valeurs seuil et des caractéristiques anthropométriques des populations.

Enfin, concernant le *SEBT*, nous avons vu que le sexe et l'âge des individus influent les résultats obtenus aux différentes diagonales. En effet, toutes les études avec une population mixte ne sont pas en faveur d'une capacité prédictive du *SEBT*.

Cependant, une diminution du score de la diagonale antérieure pour une population masculine et une diminution du score de la diagonale postéromédiale pour une population féminine semblerait montrer une performance prédictive plus importante. Une seule étude nous fournit l'AUC pour la diagonale antérieure du *SEBT* pour une population masculine (*AUC* = 0,674 ; 95 CI% = 0,564-0,72), et nous n'avons pas d'*AUC* spécifique à la diagonale PM pour une population spécifiquement féminine, nous devons donc raisonner sur les données de Ko *et al*.,2018 [87] (*AUC* = 0,78, 95 CI% = 0,61-0,95). Ainsi, les performances prédictives du *SEBT* ne sont pas bonnes et limitées notamment par les bornes de l'intervalle de confiance extrêmement large. En s'appuyant sur les ratio de vraisemblance, nous ne disposons que des données de Ko *et al*.,2018 [87]. Seul le RV- de la diagonale PM est intéressant (0,22) comparé à l'ensemble des articles inclus, mais son effet est modéré voir faible. Le *SEBT* présente donc une performance prédictive limitée, et nécessité l'utilisation d'autres *FPT* ou de facteurs de risque de l'entorse pour affiner la capacité prédictive. Une attention spécifique doit être portée à la diagonale postérolatérale. Les données sont limitées à une étude et spécifique à une population jeune de footballer, mais cette diagonale présente la meilleure *AUC* et le meilleur RV- de l'ensemble des études.

Si le sport semble jouer un rôle quant à la capacité du *SEBT* de prédire le risque de blessures, il ne semble pas justifier de s'intéresser uniquement à l'incidence globales des

entorses de chevilles en fonction du sport, mais plutôt en fonction du mécanisme lésionnel (contact et non contact) et du complexe ligamentaire atteint.

La réalisation du *SEBT* influence les résultats obtenus, notamment le positionnement du pied et des bras. De plus, les auteurs ne mesurent pas tous de la même manière la longueur du membre inférieur, pouvant amener une différence entre les valeurs seuil.

Nous avons vu que les capacités prédictives des *FPT* sont dépendantes de la définition d'un *cut-off*. Un même *cut-off* ne pouvant être extrapolé à tous les sports, il semblerait judicieux d'utiliser un *cut-off* maximisant la sensibilité et le RV- afin de réduire le nombre de faux négatifs.

4.4 Intérêt pour la recherche

D'après l'OMS, la qualité des soins est définie comme une « démarche qui doit permettre de garantir à chaque patient l'assortiment d'actes diagnostiques et thérapeutiques qui lui assureront **le meilleur résultat** en termes de santé conformément à **l'état de la science médicale**, au **meilleur coût** pour un même résultat, au **moindre risque** iatrogène et pour sa plus grande satisfaction en termes de procédure, de résultats et de contacts humains à l'intérieur du système de soin ». Concernant notre analyse, nous nous appuierons donc sur 3 points :

- Quelles sont les contraintes financières (coût des tests réalisés et de la prévention mise en place) et temporelles (réalisation du test) ?
- Quels sont les risques ?
- Quels sont les meilleurs résultats en fonction de l'état des données scientifiques, autrement dit choisir le test le plus performant et adapté à la population.

4.4.1 Contraintes financières et temporelles

La première contrainte financière tangible est le cout direct du test diagnostique utilisé. Dans le cas des *FPT*, les *hop test* et le *SEBT* ne nécessitent qu'un matériel de base et peu onéreux (moins de 2 euros de matériel). L'utilisation de la plateforme du *YBT* représente un investissement de 500 euros maximum. Toutefois, la mesure du nombre d'erreurs d'équilibration par Eechaute *et al*.,2020 [86] nécessite l'emploie de matériel vidéo pour qualifier les erreurs réalisées. D'après la littérature, de nombreux auteurs conseillent l'utilisation de multiple *FPT* pour diagnostiquer le patient. Si un *FPT* peut être réalisé à moindre coût, la multiplication de ceux-ci nécessite donc l'utilisation de différent matériel, augmentant le coût direct mais aussi le temps passé par le thérapeute et le patient.

La seconde contrainte financière correspond au temps passé par le thérapeute et le patient à réaliser les FPT. Avec une durée de réalisation de 60 minutes pour les 8 diagonales, et de 30 minutes pour 4 diagonales en incluant les séquences d'échauffement (Demura et Yamada 2010 [120]), la durée de réalisation du *SEBT* est la plus importante des *FPT* étudiées dans cette revue.

La troisième contrainte financière est la mise en place d'un protocole préventif après que le patient fut inclus dans le groupe à risque. Il semble donc nécessaire d'éviter d'exclure au maximum les faux négatifs en maximisant la sensibilité des *FPT* afin d'éviter les risques de complication pour le patient (primo entorse et récidive) et donc les coûts supplémentaires. Il

semble judicieux d'éviter d'inclure les faux positifs pour réduire les coûts de prévention et d'apporter le soin juste à chaque patient.

4.4.2 Quels sont les risques ?

La notion de risque inclue la qualité des soins. Nous avons vu dans la partie précédente que l'inclusion ou l'exclusion de patient faux négatifs ou positifs peut avoir un cout supplémentaire et un risque pour le patient faussement diagnostiquer négatif. L'évaluation de la qualité et la pertinence des *FPT* est nécessaire. Elle peut être réalisée à l'aide de la roue de Deming ou cycle de *PDCA* (*Plan do check Act*). Cette approche s'appuie donc sur la capacité à prévoir, réaliser, vérifier l'effet des techniques mises en place et les améliorer grâce à l'évaluation du projet. Nous pouvons constater que cette approche est similaire au modèle de Bahr pour la prévention des blessures.

Le premier risque est la mauvaise classification des patients. Cette mauvaise classification peut être due à :

- Une mauvaise réalisation du *FPT*, nous avons vu que la position des mains ou des pieds ainsi que la mesure de la longueur du membre inférieur peut amener à des différences de performance au *SEBT* par exemple. Ainsi, il semble important de normaliser les protocoles de réalisation des *FPT*.
- Une mauvaise performance des capacités prédictives des *FPT*.
- Une mauvaise définition de la pathologie investiguée par les *FPT*.
- Une mauvaise utilisation des données scientifiques par le thérapeute : choix d'un mauvais *cut-off*, d'un test non adapté aux paramètres intrinsèques (données anthropométriques, …) ou extrinsèques (type de sport, mécanisme lésionnel, …) au patient.

4.4.3 La performance prédictive des *FPT* au travers de la littérature scientifique

4.4.3.1 Un FPT peut-il à lui seul correctement prédire le risque d'avoir une entorse ?

Concernant les *hop test*, nous avons vu que l'*AUC* de ces tests à un effet moyen et que l'intervalle de confiance est large, avec des valeurs inférieures autour de 0,6. Ces tests se distinguent surtout par leur spécificité élevée. L'étude de Ko *et al*.,2018 [87] présente le meilleur RV+ (11,5) mais est spécifique à une population pratiquant le football. L'étude d' Eechaute *et al*.,2020 [86] nous fournit des données en faveur de la capacité prédictive du multiple *hop test* en utilisant le score *BESS*, avec une population de 234 individus des deux sexes, pratiquant le football, le basketball et le volleyball, mais il faut pondérer les résultats car l'effet des ratios de vraisemblance est nul.

Nous avons vu précédemment que pour le *SEBT* et le *YBT* les résultats étaient contradictoires. Pour la diagonale antérieure, l'intervalle de confiance supérieur des *AUC* n'excède jamais 0,75, l'intervalle de confiance inférieure est inclu entre 0,6 et 0,5 et les données concernant les ratios de vraisemblance sont insuffisantes. Pour la diagonale postéromédiale, les données sont elles aussi limitées, et la taille de l'intervalle de confiance de l'*AUC* est extrêmement large.

Enfin, il faut noter que la notion de *cut-off* présente certaines limites. Si elle est définie par le Youden index, il représente le meilleur rapport entre sensibilité et spécificité. Nous avons pu observer que ce score varie d'une étude à l'autre, celui-ci est donc spécifique à la population étudiée et difficilement extrapolable pour une autre population. De plus, il semble être préférable d'utiliser une valeur seuil maximisant la sensibilité dans un premier temps. Si la mise en place d'une valeur seuil facilite la pratique professionnelle, une limite doit être mise en avant : si un patient obtient un score légèrement supérieur ou inférieur à la valeur seuil, son devenir est-il fondamentalement différent ?

Ainsi, aux vues de l'état de la littérature scientifique, il est impossible de trancher quant à la nette supériorité d'un *FPT* sur les autres. De plus, il semble nécessaire de rappeler que les résultats obtenus sont spécifiques à chaque population étudiée, au *cut-off* établi par les auteurs et que le nombre d'études est aujourd'hui insuffisant.

4.4.3.2 L'équilibre dynamique est-il un paramètre majeur pour prédire le risque d'entorse latérale ?

D'après la méta-analyse de Rosen *et al*.,2019 [85], les diagonales permettant de diagnostiquer une cheville instable sont la diagonale antéromédiale, médiale et postéromédiale. Dans notre revue, seule la diagonale postéromédiale pour une population féminine et la diagonale antérieure pour une population masculine semble être une piste d'analyse pour prédire le risque d'entorse. La diminution de l'équilibre dynamique est un paramètre important pour caractériser l'instabilité chronique de cheville et devant ces résultats discordants, nous pouvons nous demander si l'équilibre dynamique est un paramètre majeur pour prédire le risque d'entorse latérale ?

En comparant avec d'autres facteurs de risque de l'entorse de cheville, nous pouvons observer que les données sont elles aussi contradictoires en fonction du facteur de risque choisi. Nous nous intéresserons au facteur de risque facilement quantifiable à faible cout. Deux études inclues dans cette revue nous donnent une *ROC* concernant l'IMC et le risque de blessures. Hartley *et al*.,2018 [94] (*AUC*=0,632 ; 95% CI = 0,537–0,727; *P-value* = 0,007) présentent des résultats similaires à l'étude de Gribble *et al*.,2016 [95] concernant l'aire sous la courbe de l'IMC (*AUC*=0,630 ; 95% CI= 0,541-0,716; *P-value* = 0,002). Les intervalles de confiance de ces *AUC* sont similaires à ceux des *FPT*, ne montrant pas de meilleures performances pour l'un de ces facteurs de risque. Nous n'avons cependant pas les données détaillées concernant la spécificité et la sensibilité. Saki *et al*.,2021 [121] nous fournissent les courbes *ROC* pour la récurrence de l'entorse de cheville (*AUC* = 0,706, 95% CI=0,593–0,818, p<0,001). La courbe *ROC* de l'historique des entorses précédentes ne présente ni une *AUC* ni un intervalle de confiance de l'*AUC* fondamentalement différent de l'IMC et des *FPT*. Toutefois, les auteurs ne trouvent pas de relation entre IMC et risque d'entorse. Il faut noter que leur population présente une IMC moyen faible (19,9) contrairement aux études précédemment citées. Enfin, les auteurs se sont intéressés à deux autres paramètres peu étudiés dans la littérature. Comme nous avons pu le voir dans l'introduction, les déformations du pied sont un facteur intrinsèque du risque de blessure, et la position du genou lors de la phase de contact du pied influe sur le risque de se blesser. Saki *et al*.,2021 [121] nous donnent comme valeur pour le recurvatum du genou une *AUC* = 0,724, 95% CI = 0,625–0,822, p<0,001

et pour la mesure de la hauteur du tubercule naviculaire (*AUC* = 0,724, 95% CI = 0,625–0,822, p<0,001). Comme pour l'IMC ou les FPT, en se basant uniquement sur la lecture des aires sous la courbe, aucun de ces facteurs de risque ne semblent mieux prédire le risque de subir une entorse de cheville. Cependant, il faut nuancer nos propos car les populations présentent de grande disparité entre elles, que ce soit sur les données anthropométriques, les activités physiques ou la durée d'exposition.

Aucun facteur de risque semble se démarquer par une meilleure performance à prédire le risque de se blesser. Un modèle combinant ces différents paramètres montre-t-il de meilleure performance ? Il semble donc nécessaire de fournir un modèle incluant les différentes étapes du modèle de Bahr, comme le sport, le sexe, le poids, la durée d'exposition ou la récurrence. L'étude de Stiffler *et al*.,2017 [122] propose un modèle prédictif du risque de blessure sans contact du genou et de la cheville incluant : le type de sport, le sexe, la durée d'exposition et le *SEBT*. Les auteurs fournissent une *AUC* de 0,83 avec un intervalle de confiance de 0,79 à 0,87, une sensibilité de 0,89 et une spécificité de 0,67, le *cut-off* étant une asymétrie entre les deux membres inférieures supérieures à 17,8% pour la diagonale antérieure du *SEBT*. Le calcul des RV nous fournit les informations suivantes : RV+ = 2,7, RV- = 0,16. L'effet des ratios de vraisemblance est donc faible pour le RV+ et modéré pour le RV-. Comparé aux résultats de notre revue, il s'agit de la meilleure *AUC*, avec l'intervalle de confiance le plus restreint et du second meilleur RV-. Il semblerait donc intéressant d'utiliser un modèle similaire dans de prochaines études

4.5 Qualité des preuves et biais potentiel de la revue

Concernant la qualité des preuves, d'après les critères provenant du *Center for Evidence-Based Medicine* (CEBM) d'Oxford pour les études de dépistage, notre revue de littérature présente un niveau de preuve 3 (*Non -randomized controlled cohort/follow-up studies*).

Du point de vue du *Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation* (GRADE), nous nous appuyons sur une présomption scientifique basée sur des études de niveau faible de preuve car nous utilisons des études de cohorte. Cependant, les risques de biais calculé à la NOS sont globalement bons, mais au vu de l'imprécision des données (les intervalles de confiance sont larges) et d'un probable biais de publication pour les *hop test*, le niveau de qualité est donc très faible pour les *hop test*, le *YBT* et le *SEBT*.

Du point de vue des biais de cette revue, en utilisant la grille R-AMSTAR (Annexe 8), nous trouvons :

- Item 1 : nous n'avons pas enregistré le protocole. Score 3/4
- Item 2 : la sélection des études et l'extraction des données n'a été réalisé que par un examinateur. Score 1/4
- Item 8 : nos conclusions ne sont pas orientées vers la production de guides de pratique. Score 2/4
- Item 9 : nous n'avons pu effectuer de test statistique pour statuer sur l'homogénéité ou non des articles inclus. Score 1/4
- Item 10 : nous n'avons pu réaliser de *funel plot* pour évaluer le risque de biais de publication 2/4

- Score total = 33/44

Le travail effectué lors de cette revue présente une méthodologie correcte avec un score de 33/44 à la *R-AMSTAR*. Toutefois, deux limites principales sont présentes dans cette revue :

- La sélection et l'extraction des données n'a été réalisée que par un examinateur
- L'utilisation des outils statistiques.

En effet, nous ne disposons pas aujourd'hui des compétences nécessaires ni des outils informatiques pour réaliser cette tâche. Il semble donc notable de préciser la nécessité de pondérer l'analyse de cette revue. De plus, ce travail n'a pas pour objectif la production de guides de pratique ou de recommandations mais plutôt l'apprentissage et l'initiation aux méthodes de recherche.

4.5.1 Liens d'intérêt

Je déclare ne pas avoir de liens d'intérêt pour la réalisation de cette revue de littérature.

Conclusion

En conclusion, nous rappelons en premier lieu les principaux objectifs de cette revue :

- Comprendre comment réaliser une revue de littérature afin de mieux se positionner dans la littérature scientifique.
- Comprendre le principe de validité d'un outil et l'applicabilité des résultats à une population.
- Un test fonctionnel permet-il de prédire la survenue d'une entorse de cheville ?

Ce travail nous a permis de montrer qu'aujourd'hui les données de la littérature étaient assez éparses et limitées en quantité concernant la question de la validité prédictive des tests fonctionnels pour prédire la survenue d'une entorse latérale de cheville. La validité est un des deux critères avec la fiabilité pour évaluer les performances prédictives d'un test clinimétrique. Ainsi, le choix d'un test est dépendant de ces paramètres (fiabilité et validité), mais aussi de la population sur lequel il sera appliqué et au protocole mis en place par les professionnels en fonction des coûts et du temps disponible.

La population de l'ensemble des études est jeune et sportive, les intervalles de confiance sont larges, limitant ainsi l'extrapolation des données à l'ensemble de la population. De plus, différents paramètres semblent influencer les résultats en fonction du test fonctionnel utilisé. En s'appuyant sur le modèle préventif de Bahr, différentes données intrinsèques (sexe, taille, poids) et extrinsèques (mécanisme lésionnel de contact ou de non-contact, sport pratiqué) permettent d'orienter le praticien quant au choix du test à utiliser. En effet, nous avons vu notamment pour le *SEBT* que le positionnement du patient et/ou la méthode de réalisation du test est sensiblement différente entre les auteurs ou que le sexe du patient pouvait influencer les mesures obtenues en fonction des diagonales utilisées. La mise en place de normes de mesure semble donc nécessaire.

Les critères de jugement sont particulièrement différents entre les études. Notons que rien que pour les *hop test* une mesure en nombre d'erreurs ou une mesure en secondes sont utilisés pour quantifier ces tests. Pour le *SEBT*, certains auteurs ne s'intéressent qu'à une diagonale préalablement définie, ou à une seule mesure comme la longueur réalisée ou l'asymétrie entre les membres. De plus, la plupart des études n'incluent que trois diagonales du *SEBT* dans un souci de rapidité de réalisation. Toutefois, une partie de ces diagonales ne semblent pas correspondre à celles permettant de caractériser la complication de l'entorse : la cheville chronique instable. Il semblerait judicieux d'investiguer les champs des diagonales médiales.

Différents biais limitent aussi la pertinence de nos conclusions. En effet, trois études inclues présentent un biais d'attrition, biais majeur des études de cohorte. Il ne faut toutefois pas oublier le biais de publication, notamment pour les *hop test* ou aucun article en défaveur de ces *FPT* n'est présent dans cette revue. De plus, nous n'avons réalisé aucun test statistique dans cette revue, limitant ainsi la pertinence de nos résultats.

Enfin, il semble judicieux d'insister sur la notion de *cut-off*. L'*AUC* nous permet d'avoir une vision globale des performances, en l'absence des valeurs de sensibilité, de spécifité ou des intervalles de confiance pour les ratios de vraisemblance, il est compliqué de trancher

concrètement en faveur ou en défaveur d'un test. En effet, nous avons dans cette revue un nombre limité de données concernant les *AUC*, les sensibilités ou spécificités ainsi que les ratios de vraisemblance. De plus, ces paramètres sont dépendants du *cut-off* ou valeur seuil. La définition même du *cut-off* semble être une limite. En effet, celui-ci peut être défini à l'aide du Youden index, ou par lecture de la courbe *ROC*. Cette valeur influant sur la sensibilité et la spécificité du test et donc sur les ratios de vraisemblance, il semble important de noter que suivant les besoins du professionnel, l'utilisation de cette valeur seuil peut varier afin de maximiser la sensibilité ou la spécificité. En effet, dans le cadre d'une approche préventive nous souhaitons minimiser le nombre de faux négatifs à l'aide du RV- et de maximiser la sensibilité. Enfin, la valeur seuil permet de classer nos patients mais que faire des patients dont les scores sont très légèrement inférieurs ou supérieurs à cette valeur ?

Nous avons vu qu'une des limites pour l'utilisation de ces *FPT* est la borne d'intervalle de confiance inférieure de l'*AUC*. En effet, si la plupart des *AUC* présentent une valeur correcte autour de 0,7, la borne inférieure est souvent en deçà de 0,6, flirtant avec le 0,5. Si comme nous l'avons mentionné dans notre introduction, l'objectif était de mettre en place des mesures préventives à moindre temps et coût, il est nécessaire d'avoir un test performant. Dans l'optique de la prise en charge en première intention de l'entorse de cheville, l'utilisation du test fonctionnel en fin de parcours de soin pour prédire le risque de récidive semble intéressant mais limité. Cependant, il ne semble pas pour le moment exister un test largement supérieur aux autres. De plus, certains de ces *FPT* semblent dépendants du mécanisme de lésion par contact ou non contact. L'étude de Stiffler *et al*.,2017 [122] propose un modèle prédictif du risque de blessure sans contact du genou et de la cheville incluant : le type de sport, le sexe, la durée d'exposition et le *SEBT*. Les auteurs fournissent une *AUC* de 0,83 avec un intervalle de confiance de 0,79 à 0,87, une sensibilité de 0,89 et une spécificité de 0,67. Ainsi, il semble judicieux de développer des modèles similaires, plus spécifiques à l'entorse de cheville, en s'appuyant sur les facteurs de risques facilement quantifiables comme le sexe, le poids, l'âge, le type de sport pratiqué, les déformations du pied, les antécédents d'entorse, les performances au test fonctionnel adapté au patient et au mécanisme lésionnel

Bibliographie

[1] Hiller CE, Nightingale EJ, Raymond J, Kilbreath SL, Burns J, Black DA, et al. Prevalence and impact of chronic musculoskeletal ankle disorders in the community. Arch Phys Med Rehabil 2012. https://doi.org/10.1016/j.apmr.2012.04.023.

[2] McKay GD, Goldie PA, Payne WR, Oakes BW. Ankle injuries in basketball: Injury rate and risk factors. Br J Sports Med 2001. https://doi.org/10.1136/bjsm.35.2.103.

[3] Kemler E, van de Port I, Valkenberg H, Hoes AW, Backx FJG. Ankle injuries in the Netherlands: Trends over 10-25 years. Scand J Med Sci Sport 2015. https://doi.org/10.1111/sms.12248.

[4] Cooke MW, Lamb SE, Marsh J, Dale J. A survey of current consultant practice of treatment of severe ankle sprains in emergency departments in the United Kingdom. Emerg Med J 2003. https://doi.org/10.1136/emj.20.6.505.

[5] 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. https://doi.org/10.1177/0363546509338107.

[6] Waterman BR, Owens BD, Davey S, Zacchilli MA, Belmont PJ. The epidemiology of ankle sprains in the United States. J Bone Jt Surg - Ser A 2010;92:2279-84. https://doi.org/10.2106/JBJS.I.01537.

[7] Herzog MM, Kerr ZY, Marshall SW, Wikstrom EA. Epidemiology of ankle sprains and chronic ankle instability. J Athl Train 2019. https://doi.org/10.4085/1062-6050-447-17.

[8] Simpson DE. Management of Sprained Ankles Referred for Physiotherapy. Physiother (United Kingdom) 1991. https://doi.org/10.1016/S0031-9406(10)61775-0.

[9] Anandacoomarasamy A, Barnsley L. Long term outcomes of inversion ankle injuries. Br J Sports Med 2005. https://doi.org/10.1136/bjsm.2004.011676.

[10] Konradsen L, Bech L, Ehrenbjerg M, Nickelsen T. Seven years follow-up after ankle inversion trauma. Scand J Med Sci Sport 2002. https://doi.org/10.1034/j.1600-0838.2002.02104.x.

[11] Hiller CE, Nightingale EJ, Lin CWC, Coughlan GF, Caulfield B, Delahunt E. Characteristics of people with recurrent ankle sprains: A systematic review with meta-analysis. Br J Sports Med 2011. https://doi.org/10.1136/bjsm.2010.077404.

[12] 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. https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-098885.

[13] Doherty C, Delahunt E, Caulfield B, Hertel J, Ryan J, Bleakley C. The incidence and prevalence of ankle sprain injury: A systematic review and meta-analysis of prospective epidemiological studies. Sport Med 2014;44:123-40. https://doi.org/10.1007/s40279-013-0102-5.

[14] Shah S, Thomas AC, Noone JM, Blanchette CM, Wikstrom EA. Incidence and Cost of Ankle Sprains in United States Emergency Departments. Sports Health 2016. https://doi.org/10.1177/1941738116659639.

[15] Feger MA, Glaviano NR, Donovan L, Hart JM, Saliba SA, Park JS, et al. Current trends in the management of lateral ankle sprain in the United States. Clin J Sport Med 2017. https://doi.org/10.1097/JSM.0000000000000321.

[16] Delahunt E, Coughlan GF, Caulfield B, Nightingale EJ, Lin CWC, Hiller CE. Inclusion criteria when investigating insufficiencies in chronic ankle instability. Med Sci Sports Exerc 2010. https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181de7a8a.

[17] 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.

[18] Bonnel F, Toullec E, Mabit C, Tourné Y. L'instabilité chronique de cheville: biomécanique et pathomécanique des lésions ligamentaires et associées. Rev Chir Orthop Traumatol 2010;96:493-502. https://doi.org/10.1016/j.rcot.2010.04.007.

[19] Hertel J. Functional anatomy, pathomechanics, and pathophysiology of lateral ankle instability. J Athl Train 2002;37:364-75.

[20] Kapandji I. The Physiology of the Joints. Volume 2. Postgrad Med J 1975.

[21] Rochelle DC, Herbert A, Ktistakis I, Redmond AC, Chapman GJ, Brockett CL. Mechanical characterisation of the lateral collateral ligament complex of the ankle at realistic sprain-like strain rates. J Mech Behav Biomed Mater 2020. https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2019.103473.

[22] Fraser JJ, Feger MA, Hertel J. CLINICAL COMMENTARY ON MIDFOOT AND FOREFOOT INVOLVEMENT IN LATERAL ANKLE SPRAINS AND CHRONIC ANKLE INSTABILITY. PART 2: CLINICAL CONSIDERATIONS. Int J Sports Phys Ther 2016.

[23] Aimonetti JM, Roll JP, Hospod V, Ribot-Ciscar E. Ankle joint movements are encoded by both cutaneous and muscle afferents in humans. Exp Brain Res 2012. https://doi.org/10.1007/s00221-012-3160-2.

[24] Konradsen L, Ravn JP, Sorensen AL. Proprioception at the ankle: The effect of anaesthetic blockade of ligament receptors. J Bone Jt Surg - Ser B 1993. https://doi.org/10.1302/0301-620x.75b3.8496215.

[25] Wu X, Song W, Zheng C, Zhou S, Bai S. Morphological study of mechanoreceptors in collateral ligaments of the ankle joint. J Orthop Surg Res 2015. https://doi.org/10.1186/s13018-015-0215-7.

[26] Fong DTP, Hong Y, Chan LK, Yung PSH, Chan KM. A systematic review on ankle injury and ankle sprain in sports. Sport Med 2007. https://doi.org/10.2165/00007256-200737010-00006.

[27] Bahr R, Krosshaug T. Understanding injury mechanisms: A key component of preventing injuries in sport. Br J Sports Med 2005;39:324-9.

https://doi.org/10.1136/bjsm.2005.018341.

[28] Witchalls J, Blanch P, Waddington G, Adams R. Intrinsic functional deficits associated with increased risk of ankle injuries: A Systematic review with meta-analysis. Br J Sports Med 2012;46:515-23. https://doi.org/10.1136/bjsports-2011-090137.

[29] Vuurberg G, Hoorntje A, Wink LM, Van Der Doelen BFW, Van Den Bekerom MP, Dekker R, et al. Diagnosis, treatment and prevention of ankle sprains: Update of an evidence-based clinical guideline. Br J Sports Med 2018;52:956. https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-098106.

[30] Grassi A, Alexiou K, Amendola A, Moorman CT, Samuelsson K, Ayeni OR, et al. Postural stability deficit could predict ankle sprains: a systematic review. Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc 2018;26:3140-55. https://doi.org/10.1007/s00167-017-4818-x.

[31] Pourkazemi F, Hiller CE, Raymond J, Black D, Nightingale EJ, Refshauge KM. Predictors of recurrent sprains after an index lateral ankle sprain: a longitudinal study. Physiother (United Kingdom) 2018. https://doi.org/10.1016/j.physio.2017.10.004.

[32] Friel K, McLean N, Myers C, Caceres M. Ipsilateral hip abductor weakness after inversion ankle sprain. J Athl Train 2006;41:74-8.

[33] Powers CM, Ghoddosi N, Straub RK, Khayambashi K. Hip strength as a predictor of ankle sprains in male soccer players: A prospective study. J Athl Train 2017;52:1048-55. https://doi.org/10.4085/1062-6050-52.11.18.

[34] Morrison KE, Kaminski TW. Foot characteristics in association with inversion ankle injury. J Athl Train 2007;42:135-42.

[35] Fraser JJ, Koldenhoven RM, Jaffri AH, Park JS, Saliba SF, Hart JM, et al. Foot impairments contribute to functional limitation in individuals with ankle sprain and chronic ankle instability. Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc 2020;28:1600-10. https://doi.org/10.1007/s00167-018-5028-x.

[36] Kobayashi T, Tanaka M, Shida M. Intrinsic Risk Factors of Lateral Ankle Sprain: A Systematic Review and Meta-analysis. Sports Health 2016;8:190-3. https://doi.org/10.1177/1941738115623775.

[37] Tyler TF, McHugh MP, Mirabella MR, Mullaney MJ, Nicholas SJ. Risk factors for noncontact ankle sprains in high school football players: The role of previous ankle sprains and body mass index. Am J Sports Med 2006. https://doi.org/10.1177/0363546505280429.

[38] Vuurberg G, Altink N, Rajai A, Blankevoort L, Kerkhoffs GMMJ. Weight, BMI and stability are risk factors associated with lateral ankle sprains and chronic ankle instability: a meta-analysis. J ISAKOS Jt Disord Orthop Sport Med 2019. https://doi.org/10.1136/jisakos-2019-000305.

[39] Lacey M, Donne B. Does Fatigue Impact Static and Dynamic Balance Variables in Athletes with a Previous Ankle Injury? Int J Exerc Sci 2019;12:1121-37.

[40] Steib S, Zech A, Hentschke C, Pfeifer K. Fatigue-induced alterations of static and

dynamic postural control in athletes with a history of ankle sprain. J Athl Train 2013;48:203-8. https://doi.org/10.4085/1062-6050-48.1.08.

[41] Verschueren J, Tassignon B, De Pauw K, Proost M, Teugels A, Van Cutsem J, et al. Does Acute Fatigue Negatively Affect Intrinsic Risk Factors of the Lower Extremity Injury Risk Profile? A Systematic and Critical Review. Sport Med 2020;50:767-84. https://doi.org/10.1007/s40279-019-01235-1.

[42] Mohammadi F, Roozdar A. Effects of Fatigue Due to Contraction of Evertor Muscles on the Ankle Joint Position Sense in Male Soccer Players. Am J Sports Med 2010. https://doi.org/10.1177/0363546509354056.

[43] Li Y, Ko J, Zhang S, Brown CN, Simpson KJ. Biomechanics of ankle giving way: A case report of accidental ankle giving way during the drop landing test. J Sport Heal Sci 2019;8:494-502. https://doi.org/10.1016/j.jshs.2018.01.002.

[44] Fong DTP, Hong Y, Shima Y, Krosshaug T, Yung PSH, Chan KM. Biomechanics of supination ankle sprain: A case report of an accidental injury event in the laboratory. Am J Sports Med 2009;37:822-7. https://doi.org/10.1177/0363546508328102.

[45] Gehring D, Wissler S, Mornieux G, Gollhofer A. How to sprain your ankle - a biomechanical case report of an inversion trauma. J Biomech 2013;46:175-8. https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2012.09.016.

[46] Mok KM, Fong DTP, Krosshaug T, Engebretsen L, Hung ASL, Yung PSH, et al. Kinematics analysis of ankle inversion ligamentous sprain injuries in sports: 2 cases during the 2008 beijing olympics. Am J Sports Med 2011;39:1548-52. https://doi.org/10.1177/0363546511399384.

[47] Konradsen L, Bohsen Ravn J. Prolonged peroneal reaction time in ankle instability. Int J Sports Med 1991. https://doi.org/10.1055/s-2007-1024683.

[48] Kucera KL, Marshall SW, Wolf SH, Padua DA, Cameron KL, Beutler AI. Association of injury history and incident injury in cadet basic military training. Med Sci Sports Exerc 2016. https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000872.

[49] Attenborough AS, Hiller CE, Smith RM, Stuelcken M, Greene A, Sinclair PJ. Chronic Ankle Instability in Sporting Populations. Sport Med 2014. https://doi.org/10.1007/s40279-014-0218-2.

[50] Panagiotakis E, Mok KM, Fong DTP, 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. https://doi.org/10.1016/j.jsams.2017.05.006.

[51] Purevsuren T, Kim K, Batbaatar M, Lee SK, Kim YH. Influence of ankle joint plantarflexion and dorsiflexion on lateral ankle sprain: A computational study. Proc Inst Mech Eng Part H J Eng Med 2018;232:458-67. https://doi.org/10.1177/0954411918762955.

[52] Skazalski C, Kruczynski J, Bahr MA, Bere T, Whiteley R, Bahr R. Landing-related ankle injuries do not occur in plantarflexion as once thought: A systematic video analysis of ankle injuries in world-class volleyball. Br. J. Sports Med., 2018.

https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-097155.

[53] Kosik KB, Hoch MC, Heebner NR, Hartzell J, Gribble PA. A laboratory captured 'giving way' episode during a single-leg landing task in an individual with unilateral chronic ankle instability. J Biomech 2019;90:153-8. https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2019.05.009.

[54] Fong DTP, Ha SCW, Mok KM, Chan CWL, Chan KM. Kinematics analysis of ankle inversion ligamentous sprain injuries in sports: Five cases from televised tennis competitions. Am J Sports Med 2012;40:2627-32. https://doi.org/10.1177/0363546512458259.

[55] Ferreira JN, Vide J, Mendes D, Protásio J, Viegas R, Sousa MR. Prognostic factors in ankle sprains: A review. EFORT Open Rev 2020;5:334-8. https://doi.org/10.1302/2058-5241.5.200019.

[56] Thompson JY, Byrne C, Williams MA, Keene DJ, Schlussel MM, Lamb SE. Prognostic factors for recovery following acute lateral ankle ligament sprain: A systematic review. BMC Musculoskelet Disord 2017. https://doi.org/10.1186/s12891-017-1777-9.

[57] O'Connor SR, Bleakley CM, Tully MA, McDonough SM. Predicting Functional Recovery after Acute Ankle Sprain. PLoS One 2013;8. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0072124.

[58] Gribble PA, Bleakley CM, Caulfield BM, Docherty CL, Fourchet F, Fong DTP, et al. Evidence review for the 2016 International Ankle Consortium consensus statement on the prevalence, impact and long-term consequences of lateral ankle sprains. Br J Sports Med 2016;50. https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096189.

[59] Attenborough AS, Sinclair PJ, Sharp T, Greene A, Stuelcken M, Smith RM, et al. The identification of risk factors for ankle sprains sustained during netball participation. Phys Ther Sport 2017;23:31-6. https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2016.06.009.

[60] Doherty C, Bleakley C, Hertel J, Caulfield B, Ryan J, Delahunt E. Recovery from a First-Time Lateral Ankle Sprain and the Predictors of Chronic Ankle Instability. Am J Sports Med 2015;44:995-1003. https://doi.org/10.1177/0363546516628870.

[61] Doherty C, Bleakley C, Hertel J, Caulfield B, Ryan J, Delahunt E. Dynamic balance deficits 6 months following first-time acute lateral ankle sprain: A laboratory analysis. J Orthop Sports Phys Ther 2015;45:626-33. https://doi.org/10.2519/jospt.2015.5653.

[62] Delahunt E, Remus A. Risk factors for lateral ankle sprains and chronic ankle instability. J Athl Train 2019;54:611-6. https://doi.org/10.4085/1062-6050-44-18.

[63] Gribble PA. Evaluating and differentiating ankle instability. J Athl Train 2019;54:617-27. https://doi.org/10.4085/1062-6050-484-17.

[64] Hertel J, Corbett RO. An updated model of chronic ankle instability. J Athl Train 2019;54. https://doi.org/10.4085/1062-6050-344-18.

[65] Song K, Burcal CJ, Hertel J, Wikstrom EA. Increased Visual Use in Chronic Ankle Instability: A Meta-analysis. Med Sci Sports Exerc 2016. https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000992.

[66] Kemler E, van de Port I, Backx F, van Dijk CN. A Systematic Review on the Treatment of Acute Ankle Sprain. Sport Med 2011. https://doi.org/10.2165/11584370-000000000-00000.

[67] 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. https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096178.

[68] Rivera MJ, Winkelmann ZK, Powden CJ, Games KE. Proprioceptive training for the prevention of ankle sprains: An evidence-Based review. J Athl Train 2017. https://doi.org/10.4085/1062-6050-52.11.16.

[69] de Vasconcelos GS, Cini A, Sbruzzi G, Lima CS. Effects of proprioceptive training on the incidence of ankle sprain in athletes: systematic review and meta-analysis. Clin Rehabil 2018. https://doi.org/10.1177/0269215518788683.

[70] Schiftan GS, Ross LA, Hahne AJ. The effectiveness of proprioceptive training in preventing ankle sprains in sporting populations: A systematic review and meta-analysis. J Sci Med Sport 2015. https://doi.org/10.1016/j.jsams.2014.04.005.

[71] Bleakley CM, Taylor JB, Dischiavi SL, Doherty C, Delahunt E. Rehabilitation Exercises Reduce Reinjury Post Ankle Sprain, But the Content and Parameters of an Optimal Exercise Program Have Yet to Be Established: A Systematic Review and Meta-analysis. Arch Phys Med Rehabil 2019;100:1367-75. https://doi.org/10.1016/j.apmr.2018.10.005.

[72] Tsikopoulos K, Mavridis D, Georgiannos D, Vasiliadis HS. Does multimodal rehabilitation for ankle instability improve patients' self-assessed functional outcomesa network meta-analysis. Clin Orthop Relat Res 2018;476. https://doi.org/10.1097/01.blo.0000534691.24149.a2.

[73] Vallandingham RA, Gaven SL, Powden CJ. Changes in dorsiflexion and dynamic postural control after mobilizations in individuals with chronic ankle instability: A systematic review and meta-analysis. J Athl Train 2019. https://doi.org/10.4085/1062-6050-380-17.

[74] Weerasekara I, Osmotherly P, Snodgrass S, Marquez J, de Zoete R, Rivett DA. Clinical Benefits of Joint Mobilization on Ankle Sprains: A Systematic Review and Meta-Analysis. Arch Phys Med Rehabil 2018. https://doi.org/10.1016/j.apmr.2017.07.019.

[75] Burger M, Dreyer D, Fisher RL, Foot D, O'Connor DH, Galante M, et al. The effectiveness of proprioceptive and neuromuscular training compared to bracing in reducing the recurrence rate of ankle sprains in athletes: A systematic review and meta-analysis. J Back Musculoskelet Rehabil 2018. https://doi.org/10.3233/BMR-170804.

[76] Jaber H, Lohman E, Daher N, Bains G, Nagaraj A, Mayekar P, et al. Neuromuscular control of ankle and hip during performance of the star excursion balance test in subjects with and without chronic ankle instability. PLoS One 2018;13. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0201479.

[77] McCann RS, Crossett ID, Terada M, Kosik KB, Bolding BA, Gribble PA. Hip strength and

star excursion balance test deficits of patients with chronic ankle instability. J Sci Med Sport 2017. https://doi.org/10.1016/j.jsams.2017.05.005.

[78] Choi HS, Shin WS. Validity of the lower extremity functional movement screen in patients with chronic ankle instability. J Phys Ther Sci 2015;27:1923-7. https://doi.org/10.1589/jpts.27.1923.

[79] Khalaj N, Vicenzino B, Heales LJ, Smith MD. Is chronic ankle instability associated with impaired muscle strength? Ankle, knee and hip muscle strength in individuals with chronic ankle instability: A systematic review with meta-analysis. Br J Sports Med 2020;54:839-47. https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-100070.

[80] Wikstrom EA, Naik S, Lodha N, Cauraugh JH. Balance capabilities after lateral ankle trauma and intervention: A meta-analysis. Med Sci Sports Exerc 2009. https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318196cbc6.

[81] Pourkazemi F, Hiller C, Raymond J, Black D, Nightingale E, Refshauge K. Using balance tests to discriminate between participants with a recent index lateral ankle sprain and healthy control participants: A cross-sectional study. J. Athl. Train., vol. 51, National Athletic Trainers' Association Inc.; 2016, p. 213-22. https://doi.org/10.4085/1062-6050-51.4.11.

[82] Ko J, Rosen AB, Brown CN. Comparison between Single and Combined Clinical Postural Stability Tests in Individuals with and Without Chronic Ankle Instability. Clin J Sport Med 2017. https://doi.org/10.1097/JSM.0000000000000354.

[83] Gribble PA, Hertel J, Plisky P. Using the star excursion balance test to assess dynamic postural-control deficits and outcomes in lower extremity injury: A literature and systematic review. J Athl Train 2012;47:339-57. https://doi.org/10.4085/1062-6050-47.3.08.

[84] Fusco A, Giancotti GF, Fuchs PX, Wagner H, da Silva RA, Cortis C. Y balance test: Are we doing it right? J Sci Med Sport 2020;23:194-9. https://doi.org/10.1016/j.jsams.2019.09.016.

[85] Rosen AB, Needle AR, Ko J. Ability of Functional Performance Tests to Identify Individuals With Chronic Ankle Instability: A Systematic Review With Meta-Analysis. Clin J Sport Med 2019;29:509-22. https://doi.org/10.1097/JSM.0000000000000535.

[86] Eechaute C, Leemans L, De Mesmaeker M, De Ridder R, Beckwée D, Struyf F, et al. The predictive value of the multiple hop test for first-time noncontact lateral ankle sprains. J Sports Sci 2020;38:86-93. https://doi.org/10.1080/02640414.2019.1682891.

[87] Ko J, Rosen AB, Brown CN. Functional performance tests identify lateral ankle sprain risk: A prospective pilot study in adolescent soccer players. Scand J Med Sci Sport 2018;28:2611-6. https://doi.org/10.1111/sms.13279.

[88] Bonazza NA, Smuin D, Onks CA, Silvis ML, Dhawan A. Reliability, Validity, and Injury Predictive Value of the Functional Movement Screen. Am J Sports Med 2017;45:725-32. https://doi.org/10.1177/0363546516641937.

[89] Barelds I, van den Broek AG, Huisstede BMA. Ankle Bracing is Effective for Primary and

Secondary Prevention of Acute Ankle Injuries in Athletes: A Systematic Review and Meta-Analyses. Sport Med 2018. https://doi.org/10.1007/s40279-018-0993-2.

[90] Tsikopoulos K, Sidiropoulos K, Kitridis D, Cain SM, Metaxiotis D, Ali A. Do External Supports Improve Dynamic Balance in Patients with Chronic Ankle Instability? A Network Meta-analysis. Clin Orthop Relat Res 2020. https://doi.org/10.1097/CORR.0000000000000946.

[91] Shazadeh Safavi P, Janney C, Jupiter D, Kunzler D, Bui R, Panchbhavi VK. A Systematic Review of the Outcome Evaluation Tools for the Foot and Ankle. Foot Ankle Spec 2019;12:461-70. https://doi.org/10.1177/1938640018803747.

[92] Gedda M. Traduction française des lignes directrices PRISMA pour l'écriture et la lecture des revues systématiques et des méta-analyses. Kinesitherapie 2015;15:39-44. https://doi.org/10.1016/j.kine.2014.11.004.

[93] Dallinga JM, Benjaminse A, Lemmink KAPM. Which Screening Tools Can Predict Injury to the Lower Extremities in Team Sports? Sport Med 2012;42:791-815. https://doi.org/10.1007/bf03262295.

[94] Hartley EM, Hoch MC, Boling MC. Y-balance test performance and BMI are associated with ankle sprain injury in collegiate male athletes. J Sci Med Sport 2018;21:676-80. https://doi.org/10.1016/j.jsams.2017.10.014.

[95] Gribble PA, Terada M, Beard MQ, Kosik KB, Lepley AS, McCann RS, et al. Prediction of Lateral Ankle Sprains in Football Players Based on Clinical Tests and Body Mass Index. Am J Sports Med 2016;44:460-7. https://doi.org/10.1177/0363546515614585.

[96] O'Connor S, McCaffrey N, Whyte EF, Fop M, Murphy B, Moran K. Can the Y balance test identify those at risk of contact or non-contact lower extremity injury in adolescent and collegiate Gaelic games? J Sci Med Sport 2020;23:943-8. https://doi.org/10.1016/j.jsams.2020.04.017.

[97] Vaulerin J, Chorin F, Emile M, D'Arripe-Longueville F, Colson SS. Ankle Sprain Risk Factors in a Sample of French Firefighters: A Preliminary Prospective Study. J Sport Rehabil 2020;29:608-15. https://doi.org/10.1123/JSR.2018-0284.

[98] Manoel LS, Xixirry MG, Soeira TP, Saad MC, Riberto M. Identification of Ankle Injury Risk Factors in Professional Soccer Players Through a Preseason Functional Assessment. Orthop J Sport Med 2020;8:2325967120928434. https://doi.org/10.1177/2325967120928434.

[99] McCann RS, Kosik KB, Terada M, Gribble PA. Prediction of recurrent injury in the same competitive sport season following return-to-play from an ankle Sprain. Int J Athl Ther Train 2019;24. https://doi.org/10.1123/ijatt.2018-0006.

[100] 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 2020. https://doi.org/10.1177/1938640020921251.

[101] Bliekendaal S, Stubbe J, Verhagen E. Dynamic balance and ankle injury odds: A

prospective study in 196 Dutch physical education teacher education students. BMJ Open 2019;9. https://doi.org/10.1136/bmjopen-2019-032155.

[102] 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 Sport 2013;23:541-7. https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2011.01434.x.

[103] O'Connor SR, Bleakley CM, Tully MA, McDonough SM. Predicting Functional Recovery after Acute Ankle Sprain. PLoS One 2013;8. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0072124.

[104] Bewick V, Cheek L, Ball J. Statistics review 13: Receiver operating characteristics curves. Crit Care 2004;8:508-12. https://doi.org/10.1186/cc3000.

[105] Delacour H, Servonnet A, Perrot A, Vigezzi JF, Ramirez JM. La courbe ROC (receiver operating characteristic) : principes et principales applications en biologie clinique. s. d.

[106] Kiesel KB, Butler RJ, Plisky PJ. Prediction of injury by limited and asymmetrical fundamental movement patterns in american football players. J Sport Rehabil 2014;23:88-94. https://doi.org/10.1123/JSR.2012-0130.

[107] Moran RW, Schneiders AG, Mason J, Sullivan SJ. Do Functional Movement Screen (FMS) composite scores predict subsequent injury? A systematic review with meta-analysis. Br J Sports Med 2017;51:1661-9. https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096938.

[108] Dorrel BS, Long T, Shaffer S, Myer GD. Evaluation of the Functional Movement Screen as an Injury Prediction Tool Among Active Adult Populations: A Systematic Review and Meta-analysis. Sports Health 2015;7:532-7. https://doi.org/10.1177/1941738115607445.

[109] Jagger K, Frazier A, Aron A, Harper B. SCORING PERFORMANCE VARIATIONS BETWEEN THE Y-BALANCE TEST, A MODIFIED Y-BALANCE TEST, AND THE MODIFIED STAR EXCURSION BALANCE TEST. Int J Sports Phys Ther 2020. https://doi.org/10.26603/ijspt20200034.

[110] Bulow A, Anderson JE, Leiter JR, MacDonald PB, Peeler J. THE MODIFIED STAR EXCURSION BALANCE AND Y-BALANCE TEST RESULTS DIFFER WHEN ASSESSING PHYSICALLY ACTIVE HEALTHY ADOLESCENT FEMALES. Int J Sports Phys Ther 2019;14:192-203. https://doi.org/10.26603/ijspt20190192.

[111] Ko J, Wikstrom E, Li Y, Weber M, Brown CN. Performance Differences Between the Modified Star Excursion Balance Test and the Y-Balance Test in Individuals With Chronic Ankle Instability. J Sport Rehabil 2019:1-6. https://doi.org/10.1123/jsr.2018-0078.

[112] Holden S, Boreham C, Doherty C, Wang D, Delahunt E. A longitudinal investigation into the progression of dynamic postural stability performance in adolescents. Gait Posture 2016;48:171-6. https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2016.04.019.

[113] Herzog MM, Mack CDF, Dreyer NA, Wikstrom EA, Padua DA, Kocher MS, et al. Ankle Sprains in the National Basketball Association, 2013-2014 Through 2016-2017. Am J Sports Med 2019;47:2651-8. https://doi.org/10.1177/0363546519864678.

[114] Woods C, Hawkins R, Hulse M, Hodson A. The Football Association Medical Research Programme: An audit of injuries in professional football: An analysis of ankle sprains. Br J Sports Med 2003;37:233-8. https://doi.org/10.1136/bjsm.37.3.233.

[115] De La Motte S, Arnold BL, Ross SE. Trunk-rotation differences at maximal reach of the Star Excursion Balance Test in participants with chronic ankle instability. J Athl Train 2015;50:358-65. https://doi.org/10.4085/1062-6050-49.3.74.

[116] Cuğ M. Stance foot alignment and hand positioning alter star excursion balance test scores in those with chronic ankle instability: What are we really assessing? Physiother Theory Pract 2017;33:316-22. https://doi.org/10.1080/09593985.2017.1302028.

[117] Mulcahey MK, Bernhardson AS, Murphy CP, Chang A, Zajac T, Sanchez G, et al. The Epidemiology of Ankle Injuries Identified at the National Football League Combine, 2009-2015. Orthop J Sport Med 2018;6. https://doi.org/10.1177/2325967118786227.

[118] Herzog MM, Mack CDF, Dreyer NA, Wikstrom EA, Padua DA, Kocher MS, et al. Ankle Sprains in the National Basketball Association, 2013-2014 Through 2016-2017. Am J Sports Med 2019;47:2651-8. https://doi.org/10.1177/0363546519864678.

[119] Delacour H, François N, Servonnet A, Gentile A, Roche B. Les rapports de vraisemblance : un outil de choix pour l'interprétation des tests biologiques. Immuno-Analyse Biol Spec 2009;24:92-9. https://doi.org/10.1016/j.immbio.2009.01.002.

[120] Demura S, Yamada T. Proposal for a practical star excursion balance test using three trials with four directions. Sport Sci Health 2010;6:1-8. https://doi.org/10.1007/s11332-010-0089-3.

[121] Saki F, Yalfani A, Fousekis K, Sodejani SH, Ramezani F. Anatomical risk factors of lateral ankle sprain in adolescent athletes: A prospective cohort study. Phys Ther Sport 2021;48:26-34. https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2020.12.009.

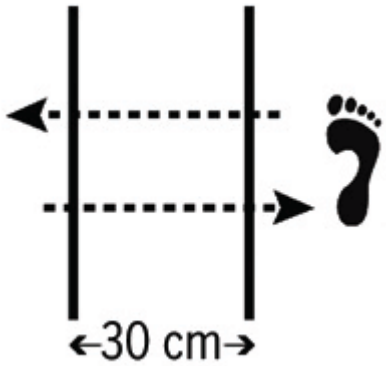
[122] Stiffler MR, Bell DR, Sanfilippo JL, Hetzel SJ, Pickett KA, Heiderscheit BC. Star excursion balance test anterior asymmetry is associated with injury status in division i collegiate athletes. J Orthop Sports Phys Ther 2017;47:339-46. https://doi.org/10.2519/jospt.2017.6974.

[123] Bertrand-Charette M, Dambreville C, Bouyer L, Roy J-S. Systematic review of motor control and somatosensation assessment tests for the ankle. BMJ Open Sport Exerc Med 2020;6:e000685. https://doi.org/10.1136/bmjsem-2019-000685.

[124] Lee S, Kim H, Kim J. The Functional Movement Screen total score and physical performance in elite male collegiate soccer players. J Exerc Rehabil 2019;15:657-62. https://doi.org/10.12965/jer.1938422.211.

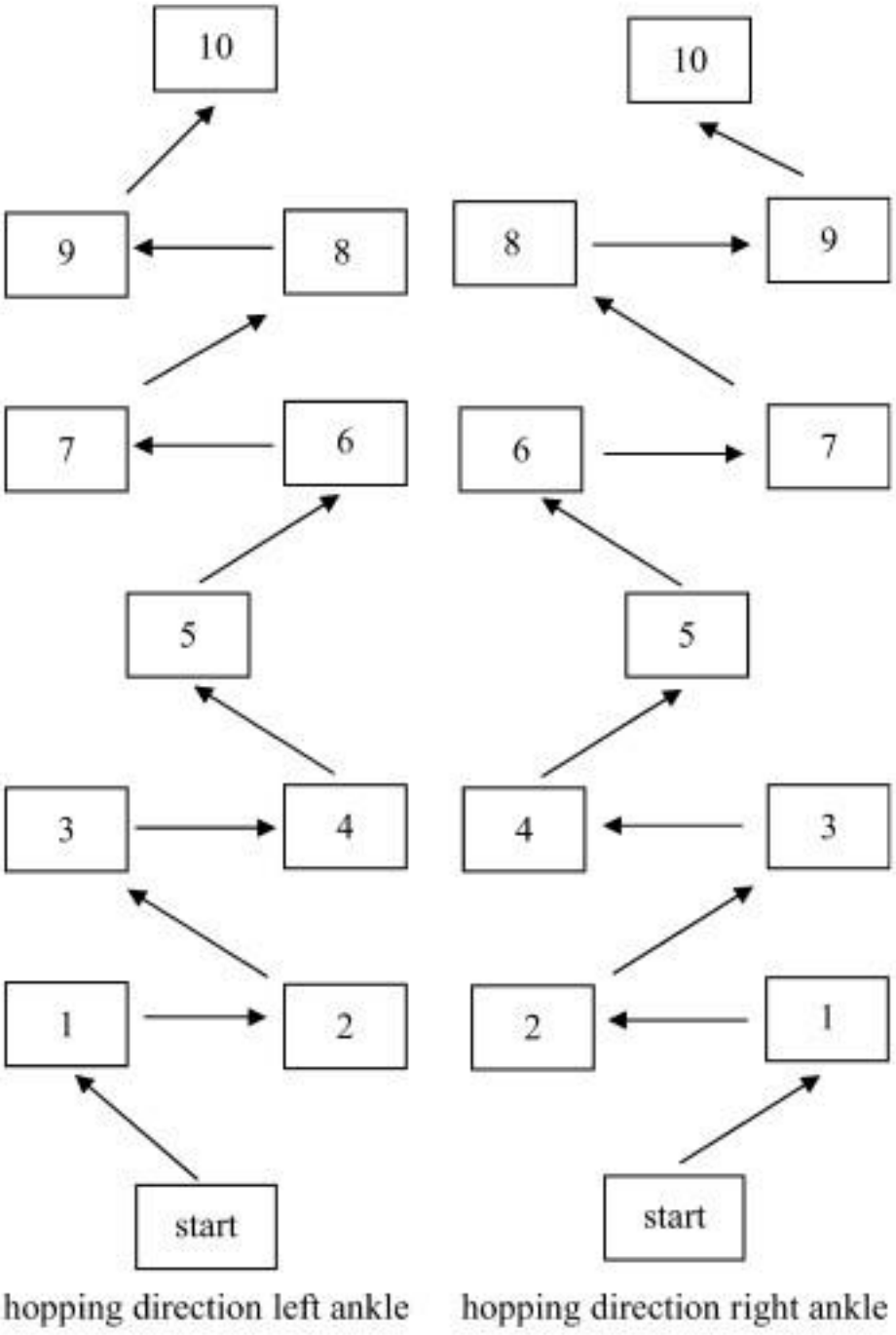
Annexes

Annexe 1 : Illustration du mouvement du side to side hop test [123]

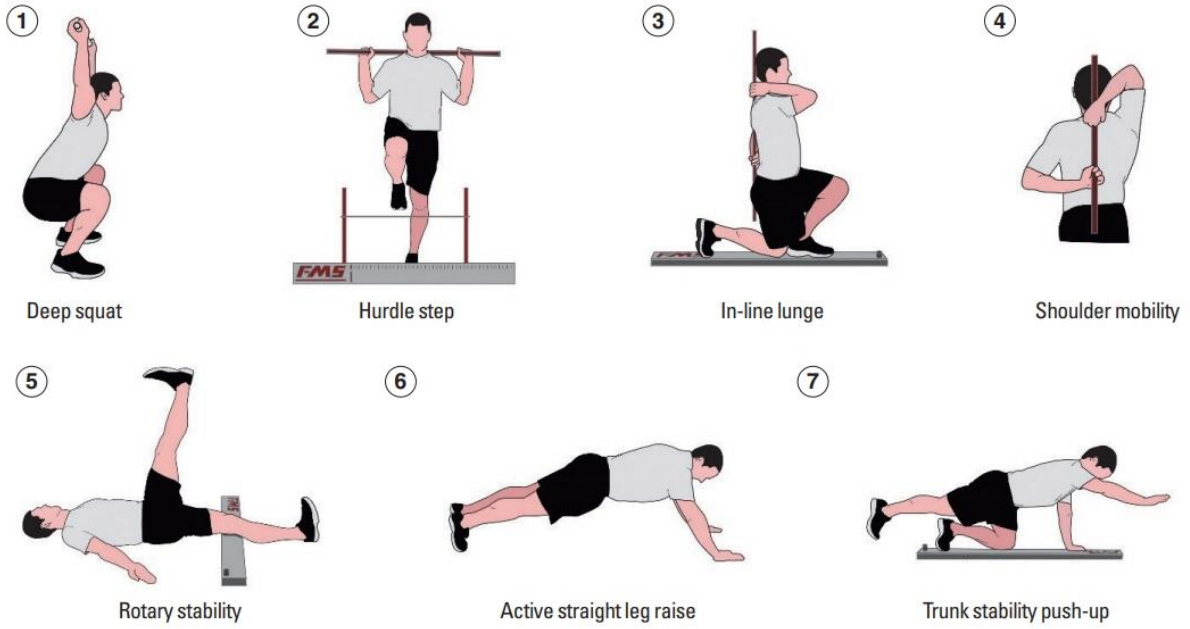


Type of Error	Operational Definition of Error
Landing Error	Not covering tape mark
	Stumbling on landing
	Foot not facing forward with 10° inversion or eversion allowed
	Hands off hips
Balance Error	Touching down with non-supporting limb
	Non-supporting limb touching supporting limb
	Non-supporting limb moving into excessive (>30°) flexion, extension or abduction
	Hands off hips

Annexe 2 : BESS (Balance Error Scoring System)



Annexe 3 : Illustration du multiple hop test [123]



Annexe 4 : Illustration des mouvements du FMS®[124]

Études exclues	Raison de l'exclusion
McGuine 2000; Wilson 2000; Östenberg 2000; Gabbe 2004; De Noronha 2006; Trojian 2006; Wang 2006; Kofotolis 2007; Hrysomallis 2007; Hiller 2008; Sefton 2009	Antérieure à 2010
Ross 2011 ; Henry 2016	Utilisent des plateformes de stabilométrie
Dallinga 2012; McCall 2015; Onate 2016; Grassi 2018; Collings 2021	Revues de littérature
O'connor 2013 ; Baltich 2014	ECR
Vuurberg 2018	Recommandation de bonne pratique
Shojaedin 2014 ; Pourkazemi 2016 ; Suzuki 2020	Étude transversale
Engebretsen 2010 ; McCann 2018 ; McDonald 2019	N'utilisent pas de test fonctionnel
Hrysomallis 2013 ; Nilstad 2014 ; Iguchi 2016 ; Messier 2018 ; Šiupšinskas 2019 ; Ursej 2019 ; Yin 2019 ; Teyhen 2020 ; van Seters 2020	Ne donnent pas de donnée spécifique à la cheville
Doherty *et al*., 2015	Étudient les facteurs de risque de développer une cheville chronique instable

Annexe 5 : Tableau des articles exclus

Newcastle-Ottawa Quality Assessment Form for Cohort Studies

Note: A study can be given a maximum of one star for each numbered item within the Selection and Outcome categories. A maximum of two stars can be given for Comparability.

Selection

1) Representativeness of the exposed cohort
   a) Truly representative ***(one star)***
   b) Somewhat representative ***(one star)***
   c) Selected group
   d) No description of the derivation of the cohort
2) Selection of the non-exposed cohort
   a) Drawn from the same community as the exposed cohort ***(one star)***
   b) Drawn from a different source
   c) No description of the derivation of the non exposed cohort
3) Ascertainment of exposure
   a) Secure record (e.g., surgical record) ***(one star)***
   b) Structured interview ***(one star)***
   c) Written self report
   d) No description
   e) Other
4) Demonstration that outcome of interest was not present at start of study
   a) Yes ***(one star)***
   b) No

Comparability

1) Comparability of cohorts on the basis of the design or analysis controlled for confounders
   a) The study controls for age, sex and marital status ***(one star)***
   b) Study controls for other factors (list) _____ ***(one star)***
   c) Cohorts are not comparable on the basis of the design or analysis controlled for confounders

Outcome

1) Assessment of outcome
   a) Independent blind assessment ***(one star)***
   b) Record linkage ***(one star)***
   c) Self report
   d) No description
   e) Other
2) Was follow-up long enough for outcomes to occur
   a) Yes ***(one star)***
   b) No

Indicate the median duration of follow-up and a brief rationale for the assessment above:_____

3) Adequacy of follow-up of cohorts
   a) Complete follow up- all subject accounted for ***(one star)***
   b) Subjects lost to follow up unlikely to introduce bias- number lost less than or equal to 20% or description of those lost suggested no different from those followed. ***(one star)***
   c) Follow up rate less than 80% and no description of those lost
   d) No statement

	Sélection				Comparabilité	Critère de jugement			Total
	Représentativité	Sélection des sujets non exposés	Détermination de l'exposition	Critère de jugement d'intérêt absent au début de l'étude	Comparabilité des sujets exposés et non	Critère de jugement	Durée de suivie	Adéquation du suivi des sujets	
Attenborough *et al*. 2017	1	1	1	1	2	1	1	1	9
Bliekendaal *et al*. 2019	1	1	1	1	2	0	1	1	8
De Noronha *et al*. 2013	1	1	1	1	2	0	1	1	8
Eechaute *et al*. 2020	1	1	1	1	2	1	1	1	9
Gribble *et al*. 2016	1	1	1	1	2	1	1	0	8
Hartley *et al*. 2018	1	1	0	1	2	1	1	1	8
Ko *et al*. 2018	1	1	1	1	2	1	1	1	9
Manoel *et al*. 2020	1	1	1	1	2	1	0	0	7
McCann *et al*. 2019	1	1	1	1	2	1	0	1	8
O'Connor *et al*. 2020	1	1	1	1	1	1	1	0	7
Pourgharib Shahi *et al*. 2020	1	1	1	1	2	0	1	1	8
Vaulerin *et al*. 2020	0	1	1	1	2	0	0	0	5
								Moyenne des scores	7,8333333

Annexe 7 : Score à la NOS

Annexe 8 : R-AMSTAR

INESSS
LE SAVOIR PREND FORME

R – AMSTAR* – ÉVALUATION DE LA QUALITE DES REVUES SYSTEMATIQUES

*AMSTAR révisé

AMSTAR : a measurement tool to assess the methodological quality of systematic reviews

Comment fonctionne la liste de contrôle R-AMSTAR?

La liste comporte, dans la colonne gauche, 11 questions sur la qualité de la revue. En fonction des critères présentés dans la colonne droite, attribuer à chaque question un score de 1 à 4. La somme des scores constitue le score de qualité global de la revue systématique.

Éléments AMSTAR

1. Un plan de recherche établi a priori est-il fourni?

La question de recherche et les critères d'inclusion des études doivent être déterminés avant le début de la revue.

Critères A. Publication et (ou) inscription du protocole d'étude à l'avance B. Description des critères d'inclusion C. Question de recherche bien ciblée (critères PICO) *Conditions d'attribution du score* 3 critères→4, 2→3, 1→2, 0→1 *Explication A. :* Il doit être dit explicitement que le protocole a été publié ou inscrit, par exemple dans PROSPERO, registre de revues systématiques prospectif et multinational accessible en ligne. C. La question renferme les critères PICO, soit Population, Intervention (ou exposition), Comparateur (ou témoins) et Résultats (*Outcomes*).	Score : Commentaire :

Abstract

Introduction : Pathologie banalisée, l'entorse de cheville est à l'origine de 7 à 10% de consultations d'urgence hospitalière française et 32 à 74% des individus souffrent de symptômes chroniques à 7 ans d'intervalle. Au vu des coûts engendré par cette pathologie et des conséquences invalidante, il est important de mettre en place des méthodes de dépistage à moindre coût.

Objectif : un test fonctionnel peut-il prédire la survenue d'une entorse de cheville ?

Méthode : Les bases de données Pubmed, Cochrane, le web of science ainsi que la littérature grise ont été consultés. Aucune population cible n'a été définit, l'intervention considère l'utilisation d'un test fonctionnel (*SEBT*, *YBT*, *hop test*, *FMS®*) pour caractériser l'équilibre dynamique, le comparateur sera la survenue de l'entorse de cheville, les critères de jugements seront la diminution des performances au test fonctionnel et leur capacité prédictive définit à l'aide des courbes *ROC* et des ratios de vraisemblance.

Résultats : 12 études ont été inclus. Seulement 6 études fournissent l'aire sous la courbe des tests fonctionnels. L'analyse a montré que différents outils de dépistage peuvent être prédictifs de l'entorse de cheville : le multiple *hop test* (*AUC* = 0,71 ; 95%CI=0,53-0,89), le single leg *hop test* (*AUC*=0,77 ;95%CI= 0,60-0,95). L'utilisation du *SEBT* et du *YBT* semble dépendant du sexe des individus. Les données nous orientent vers l'utilisation de la diagonale antérieure (*AUC* = 0,674 ; 95%CI = 0,564-0,72) pour les hommes et postéromédiale pour les femmes (*AUC* = 0,78 ; 95%CI = 0,61-0,95). Enfin, ces tests fonctionnels semblent mieux prédire les lésions de non contacte.

Conclusion : les données ne peuvent pas être extrapolées à l'ensemble de la population et restent spécifiques au sports, caractéristiques anthropométriques des populations et *cut-off* définit par les études. Les performances prédictives sont limitées pour justifier de leur utilisation seul. D'autre étude sont nécessaires. La mise en place d'un modèle prédictif comprenant l'utilisation des tests fonctionnels, l'IMC, le type de sports et le mécanisme lésionnel semble plus judicieux.

Mots clefs : validité prédictive, test fonctionnel, entorse de cheville

Abstract

Introduction: Ankle sprains are the cause of 7 to 10% of French hospital emergency room visits and 32 to 74% suffer from chronic symptoms at 7-year intervals. With high economic costs generated by this pathology and the disabling consequences, it is important to set up low-cost screening methods.

Objective: Can a functional test predict the occurrence of an ankle sprain?

Method: Pubmed, Cochrane, web of science and grey literature databases were consulted. No specific population was targeted, the intervention considered the use of a functional test (SEBT, YBT, hop test, FMS®) to characterize dynamic balance, the comparator was the occurrence of an ankle sprain, the outcome was the decrease in performance on the functional test and their predictive capacity defined by using ROC curves and likelihood ratio.

Results: 12 studies were included. Only 6 studies provided the area under the curve of functional tests. The analysis showed that different screening tools can be predictive of ankle sprain: multiple hop test (AUC=0.71; 95%Ci=0.53-0.89), single leg hop test (AUC=0.77; 95%Ci= 0.60-0.95). The use of the SEBT and the YBT seems to depend on the sex of the individuals. The data point to the use of the anterior diagonal (AUC=0.674; 95%Ci= 0.564-0.72) for men and posteromedial for women (AUC=0.78; 95%Ci= 0.61-0.95). Finally, these functional tests seem to better predict non-contact ankle sprain.

Conclusion: the data cannot be extrapolated to the whole population and remains sport-specific, anthropometric characteristic of the populations and cut-off defined by the studies. The predictive performance is limited to justify their use alone. The implementation of a predictive model including the use of functional tests, BMI, sports type and the injury mechanism seems more appropriate.

Key words: predictive validity, functional test, ankle sprain