



HAL
open science

La morphologie des pieds est-elle un facteur de risque de l'entorse de cheville chez les sportifs ?

Claire Chanquelin

► To cite this version:

Claire Chanquelin. La morphologie des pieds est-elle un facteur de risque de l'entorse de cheville chez les sportifs?. Médecine humaine et pathologie. 2022. dumas-03946905

HAL Id: dumas-03946905

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03946905v1>

Submitted on 11 May 2023

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

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

**LA MORPHOLOGIE DES PIEDS EST-ELLE UN
FACTEUR DE RISQUE DE L'ENTORSE DE
CHEVILLE CHEZ LES SPORTIFS ?**

CHANQUELIN Claire

Directeur de mémoire : Mme. HENRY

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier, tout d'abord, ma directrice de mémoire Mme Joannie HENRY pour sa disponibilité, son écoute et ses nombreux conseils avisés pour la réalisation de ce mémoire tout au long de l'année.

Je remercie également toute l'équipe pédagogique de l'IFMK de Marseille pour ces quatre années de formation enrichissantes.

Enfin, je remercie mes parents, mon frère, mon copain et mes amis pour leurs encouragements ainsi que leur soutien constant et inconditionnel tout au long de mon cursus.

SOMMAIRE

1	INTRODUCTION	1
1.1	GENERALITES SUR LE PIED	1
1.1.1	LE ROLE DU PIED	1
1.1.2	LES VARIATIONS ANATOMIQUES DU PIED	1
1.1.3	LA MOBILITE DU PIED	2
1.2	L'ARCHE MEDIALE LONGITUDINALE DU PIED	4
1.2.1	DEFINITION ET ANATOMIE	4
1.2.2	CLASSIFICATION DES PIEDS	6
1.2.3	EVALUATION DE LA MORPHOLOGIE DU PIED	7
1.2.4	PRISE EN CHARGE DU PIED PLAT ET DU PIED CREUX	9
1.2.5	MORPHOLOGIE DES PIEDS ET PATHOLOGIES ASSOCIEES	10
1.3	L'ENTORSE DE CHEVILLE	11
1.3.1	DEFINITIONS ET CONTEXTE ACTUEL	11
1.3.2	ANATOMIE DE L'ARTICULATION TALO-CRURALE	12
1.3.3	LES MECANISMES LESIONNELS DE L'ENTORSE DE CHEVILLE	15
1.3.4	LE DIAGNOSTIC DE L'ENTORSE DE CHEVILLE	16
1.3.5	LES FACTEURS DE RISQUE DE L'ENTORSE DE CHEVILLE	18
1.4	INTERET DE CETTE REVUE DE LITTERATURE	20
1.5	OBJECTIF DE LA REVUE DE LA LITTERATURE D'APRES LE MODELE PICO	20
2	METHODE	22
2.1	CRITERE D'ELIGIBILITE DES ETUDES POUR CETTE REVUE	22
2.1.1	TYPES D'ETUDES	22
2.1.2	POPULATION ETUDIEE	22
2.1.3	INTERVENTION	23
2.1.4	CRITERE DE JUGEMENT	23
2.2	METHODOLOGIE DE RECHERCHE DES ETUDES	23
2.2.1	SOURCES DOCUMENTAIRES INVESTIGUEES	23
2.2.2	ÉQUATION DE RECHERCHE	24
2.3	EXTRACTION ET ANALYSE DES DONNEES	25
2.3.1	SELECTION DES ETUDES	25
2.3.2	EXTRACTION DES DONNEES	26
2.3.3	ÉVALUATION DE LA QUALITE METHODOLOGIQUE DES ETUDES SELECTIONNEES	26
2.3.4	METHODE DE SYNTHESE DES RESULTATS	27
3	RESULTATS	29
3.1	DESCRIPTION DES ETUDES	29
3.1.1	LES RESULTATS DES RECHERCHES	29
3.1.2	LES ETUDES EXCLUES	31
3.1.3	LES ETUDES INCLUSES	32
3.2	RISQUES DE BIAIS DES ETUDES INCLUSES	34
3.2.1	GRILLE D'ANALYSE UTILISEE	34
3.2.2	SYNTHESE DES BIAIS RETROUVES	36
3.3	EFFET DE L'INTERVENTION	37
3.3.1	ETUDE 1 : MOUSAVI ET AL, 2021 [89]	37
3.3.2	ETUDE 2 : SHAHI ET AL, 2020 [90]	39
3.3.3	ETUDE 3 : E. LOPEZOSA-RECA ET AL, 2017 [91]	40
3.3.4	ETUDE 4 : SMAN ET AL, 2013 [92]	41

3.3.5	ETUDE 5 : MEI-DAN ET AL, 2005 [93]	41
4	DISCUSSION	44
4.1	ANALYSE DES PRINCIPAUX RESULTATS	44
4.1.1	ANALYSE DE LA POPULATION	44
4.1.2	ANALYSE DE L'INTERVENTION	45
4.1.3	ANALYSE DU CRITERE DE JUGEMENT	46
4.1.4	ANALYSE DES RESULTATS	47
4.2	APPLICABILITE DES RESULTATS EN PRATIQUE CLINIQUE	49
4.2.1	LIEN DE CAUSALITE	49
4.2.2	LA POPULATION	51
4.2.3	INTERVENTION EN CONTEXTE DE SOIN	51
4.3	QUALITE DES PREUVES	52
4.4	LES BIAIS POTENTIELS DE LA REVUE	53
4.4.1	LES LIMITES DE LA REVUE	53
4.4.2	QUALITE METHODOLOGIQUE DE LA REVUE	53
5	CONCLUSION	56
5.1	IMPLICATION POUR LA PRATIQUE CLINIQUE	56
5.2	IMPLICATION POUR LA RECHERCHE	56
6	BIBLIOGRAPHIE	58
7	ANNEXES	64

TABLES DES FIGURES ET DES TABLEAUX

Figure 1 : Schéma du bloc calcanéo-pédieux (en blanc) avec la haie du tarse en 5 [7].....	3
Figure 2 : Orientation de l'axe de Henke dans le plan sagittal (a) et le plan horizontal (b) [7]	3
Figure 3 : Analogie de la ferme du pied [15].....	4
Figure 4 : Les différentes phases du cycle de la marche [18].....	5
Figure 5 : Représentations imagées des morphologies du pied et de leurs surfaces d'appuis au sol ¹ ..	6
Figure 6 : Schéma du ligament collatéral fibulaire, vue latérale de la cheville [3]	13
Figure 7 : Schéma du ligament collatéral tibial, vue médiale de la cheville [3]	14
Figure 8 : Mécanisme lésionnel de l'entorse externe (latérale) et interne (médiale) de cheville ⁶	15
Figure 9 : Diagramme de flux	30
Figure 10 : Résultats de l'analyse de régression logistique univariée du type de pied chez les coureurs blessés VS non-blessés [89].....	38
Figure 11 : Résultats de l'analyse de régression logistique multivariée pour les différents types de blessures [89]	38
Figure 12 : Effet des différents facteurs sur la probabilité d'augmenter l'apparition d'entorse de cheville [90]	39
Figure 13 : Détails des blessures et entorses latérales de cheville selon le type de pied [91]	40
Figure 14 : Potentielles variables prédictives VS présence/absence de blessure de la syndesmose de cheville [92]	41
Figure 15 : Données rétrospectives : pourcentage d'entorses de cheville et des répétitions d'entorses selon le type de pied (pied droit uniquement) [93].....	42
Figure 16 : Données prospectives : pourcentage d'entorses de cheville et des répétitions d'entorses selon le type de pied [93].....	42
Figure 17 : Représentation de la mesure du type de voûte plantaire par le « Chippaux-Smirak Index » [93]	46
Tableau 1 : Pathologies associées aux pieds plats et aux pieds creux.....	11
Tableau 2 : Le ligament collatéral fibulaire (origine, trajet et terminaison) [3]	13
Tableau 3 : Le ligament collatéral tibial (origine, trajet et terminaison) [3].....	13
Tableau 4 : Grades de l'entorse de cheville	17
Tableau 5 : Mots clés de l'équation de recherche	24
Tableau 6 : Critère d'inclusions et d'exclusion des études incluses	26
Tableau 7 : Raisons d'exclusions des études	31
Tableau 8 : Principales caractéristiques des études incluses.....	34
Tableau 9 : Qualité méthodologique des études transversales selon l'échelle Newcastle-Ottawa.....	35
Tableau 10 : Qualité méthodologique des études de cohorte selon l'échelle Newcastle-Ottawa	35
Tableau 11 : Qualité des preuves des études incluses dans la revue	53
Tableau 12 : Grille AMSTAR-2 d'après la traduction française	55

1 Introduction

1.1 Généralités sur le pied

1.1.1 Le rôle du pied

Le principal rôle du **pied** est de soutenir le poids du corps lors de la station debout et de permettre le déplacement lors de la marche et de la course. Consécutivement à l'accélération lors des déplacements, le poids du corps est « multiplié par 1,5 au cours de la marche, par 4 pendant la course et par 8 durant le sprint ». De plus, nous effectuons en moyenne 8 à 10 000 pas par jour, le pied est donc soumis à de nombreuses contraintes. [1]

Le pied, représentant la partie terminale du membre inférieur, est articulé au segment jambier par la cheville. « C'est un organe d'une extrême complexité, caractérisé par ses multiples morphotypes et ses variations anatomiques » pour une finalité gestuelle unique. [2] Il se compose de 26 os, de plus de 30 articulations, d'une 100^{aine} de ligaments et de nombreux muscles intrinsèques et extrinsèques. Tout cela fait du pied un système biomécanique complexe. [3]

En réaction aux mouvements et pour transmettre les forces, le pied doit pouvoir se modeler en fonction des différentes surfaces. Cela nécessite « des capacités de verrouillage articulaire » pour devenir rigide mais également « des capacités de relaxation » quasi instantanée pour une meilleure adaptation. C'est grâce à son système neuro-musculo-tendineux que le pied permet la création de mouvement et que l'on peut le définir comme « le premier organe sensoriel pour l'équilibration ». [2]

Tous les pieds ne sont pas identiques, il existe de nombreuses variations anatomiques du pied (pathologiques ou non) qui entraîneront nécessairement des répercussions sur la biomécanique.

1.1.2 Les variations anatomiques du pied

« Le **type de pied** est un concept clinique qui vise à simplifier les complexités anatomiques du pied humain. » [4] En effet, tous les pieds ne sont pas identiques en tout point. C'est par exemple le cas du talus, en général, une forme « classique » de cône à sommet médial lui est accordé. Cependant des études récentes révèlent que « seulement deux tiers des cas correspondent à la configuration classique, 19 % des talus sont de forme cylindrique et 15 % à cône inversé à sommet latéral ». [5]

Le morphotype définitif du pied est acquis lorsque la croissance du pied est terminée. À l'âge adulte, la morphologie du pied peut subir des modifications dans le temps à cause des contraintes quotidiennes qu'il reçoit, avec le remaniement des tissus mous mais aussi suite à l'adaptation des articulations avec de multiples compensations. Lors du vieillissement, le pied va avoir tendance à se rigidifier et perdre en souplesse. [6]

Nous pouvons donc nous poser une question : Comment définir un pied « **physiologique** » ? Pour y répondre, il est préférable de parler en termes de normalité fonctionnelle et non structurelle (à cause

des nombreuses variations anatomiques qu'il existe). Un pied est normal s'il répond à ses fonctions primaires de marche et d'équilibration sans signe de souffrance. [7]

Dans la littérature, les principales variations ou morphotypes décrits sont les **pieds creux** et les **pieds plats**. Ils sont à différencier du pied dit « normal ou neutre » d'un point de vue anatomique cependant ils ne sont pas obligatoirement à l'origine d'une souffrance. Ils possèdent des origines multiples qui seront décrites ultérieurement. Il existe de nombreuses idées reçues sur les types de pied. En effet, auparavant, avoir des pieds plats permettait aux jeunes adultes d'être exemptés du service militaire obligatoire.

Les données actuelles concernant la prévalence des pieds plats et creux varient légèrement selon les populations étudiées. Dans une étude évaluant le type de pied d'enfants méditerranéens (Grèce) âgés de 6 à 17 ans, le pourcentage de pieds à arches basses et hautes diminue au cours de la croissance avec l'âge au profit des arches dites normales qui représente 82,1 % à 84,3 % à l'âge de 17 ans. [8]

Pour les pieds plats, selon une étude réalisée sur des enfants préscolaires (âgé de 3 à 6 ans) d'Autriche, nous observons une prévalence qui passe de 54% à l'âge de 3 ans à 24% à l'âge de 6 ans. [9] Dans une deuxième étude, qui recherche la présence de pied plat chez des adultes âgés cette fois-ci de 18 à 21 ans, une prévalence de 13,6% est mise en évidence. [10] Les enfants souffrant d'obésité, d'après une étude allemande, possèdent une prévalence plus importante de pied plat. [11]

Concernant les pieds creux, il existe très peu de données. Selon une revue Cochrane de 2007, seulement une étude réalisée sur la population indienne âgée de 16 à 65 ans donne une prévalence d'environ 10 % du pied creux. Nous apprenons aussi que 60% des personnes possédant un pied creux sont susceptible de souffrir d'un épisode de douleur chronique au pied dans leur vie entraînant alors des limitations fonctionnelles.[12]

Ces variations de morphologies sont permises par un aspect souple du pied qui, constitué de nombreuses articulations, possède des capacités de déformations et de mobilisations. Les principaux mouvements du pied sont présentés ci-dessous.

1.1.3 La mobilité du pied

Le **bloc calcanéopédieux** ou *Lamina pedis* se compose de l'ensemble du pied à l'exception du talus. C'est une notion importante à retenir puisque ce bloc est la clé de nombreuses déformations du pied. C'est l'**articulation sub-talaire** qui lie le talus au bloc puisqu'elle correspond à l'articulation entre le talus et le calcaneus où les ligaments interosseux talo-calcaneens que l'on appelle également « la haie du tarse » se retrouvent au centre dans le sinus tarsien (voir *Figure 1*). [7]

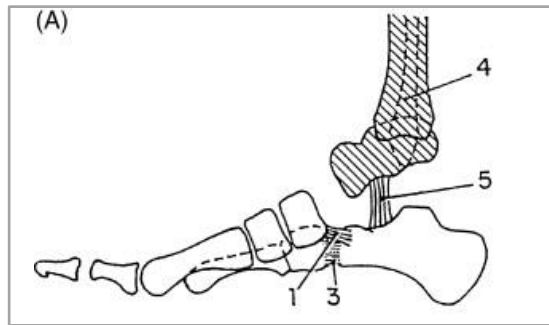


Figure 1 : Schéma du bloc calcanéopédieux (en blanc) avec la haie du tarse en 5 [7]

L'articulation sub-talaire est décrite comme une charnière oblique avec une mobilité préférentielle en valgus et varus (c'est-à-dire pronation et supination). Ces mouvements sont généralement combinés avec les mouvements des deux autres plans de l'espace comme l'a évoqué *Farabeuf* [13] :

- **Valgus/varus** ou **pronation/supination** (= roulis) fait tourner la face plantaire du pied en dehors et en dedans respectivement ;
- **Flexion/extension** (= tangage) rapproche ou éloigne la face dorsale du pied de la face antérieure de la jambe respectivement ;
- **Abduction/adduction** (= virage) amène le bord latéral en dehors et le bord médial en dedans respectivement.

Pour le calcaneus et donc l'arrière-pied, on utilise les termes de valgus/varus, en revanche, par analogie avec la main, ce sont la supination/pronation qui seront préférentiellement utilisées pour l'avant-pied. [2]

Tous les muscles du pied sont bi- ou poly-articulaire à l'exception des interosseux. Par conséquent, il n'y aura pas de mouvement articulaire pur, ils seront toujours combinés. [2] La mobilité générale du pied et plus précisément du **bloc calcanéopédieux** est conduite autour de **l'axe de Henke** qui est oblique en avant, en haut et en dedans (voir *Figure 2*) par les mouvements combinés suivants [14] :

- **Inversion** qui est l'association de varus-supination, d'adduction et de flexion plantaire ;
- **Éversion** qui est quant à lui l'association de valgus-pronation, d'abduction et de flexion dorsale.

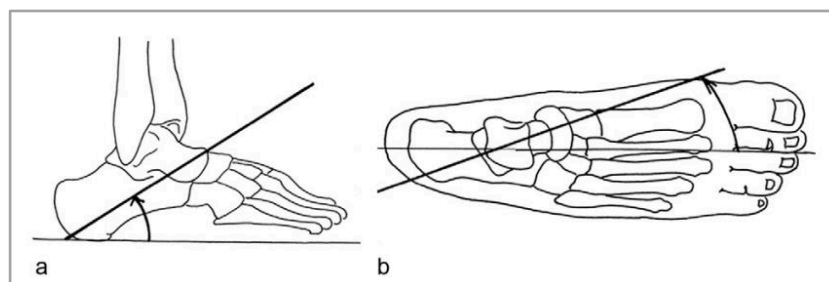


Figure 2 : Orientation de l'axe de Henke dans le plan sagittal (a) et le plan horizontal (b) [7]

La **position de verrouillage articulaire** du pied correspond au placement articulaire le plus résistant et approprié pour transmettre des charges importantes, avec une flexion dorsale extrême à l'étage talo-crural et une position d'éversion en charge avec valgus du calcaneus à l'étage sub-talaire (exemple : position accroupie, grimper, pente raide...). Cela signifie qu'en position debout et durant la marche, il existe une instabilité potentielle de la cheville. [13]

C'est grâce à ces différents mouvements du bloc calcaneéo-pédieux que l'aspect de la voûte plantaire constitué par l'arche médiale longitudinale peut se modifier et donner des variations anatomiques.

1.2 L'arche médiale longitudinale du pied

1.2.1 Définition et anatomie

Le pied peut être divisé en trois parties succinctes selon les principales articulations (arrière-pied, médio-pied et avant-pied) cependant une autre classification est possible par une série de trois arcades sécantes interdépendantes avec une **arche latérale longitudinale**, une **arche médiale longitudinale** et une **arche transversale** au niveau tarso-métatarsiens, perpendiculaire aux deux premières. [15]

L'**arche médiale longitudinale** est la plus importante au niveau anatomique par sa largeur et sa hauteur et au niveau mécanique grâce à la modification de sa forme lors de la marche. Elle permet de décrire majoritairement la « **voûte plantaire du pied** ». Elle se compose du calcaneus, du talus, du naviculaire (considéré comme la clé de la voûte), les cunéiformes et les trois métatarsiens médiaux. [16]

Une **analogie** du pied avec le toit d'une ferme a été réalisée, où l'on retrouve (voir *Figure 3*) [1] :

- Deux arbalétriers obliques antérieur et postérieur, qui représentent les éléments osseux partant du talus vers les métatarsiens et le calcaneus respectivement,
- Reliés à leurs bases par un entrait représentant les éléments ligamentaires plantaires superficiels et profonds ainsi que les muscles plantaires.

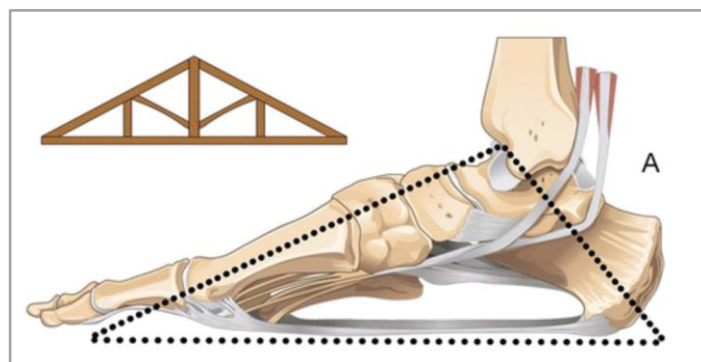


Figure 3 : Analogie de la ferme du pied [15]

L'arche médiale est, par conséquent, soutenue par des nombreuses structures ligamenteuses, tendineuses et aponévrotiques telles que [15] [16] :

- Le **tendon du tibial postérieur**, principal stabilisateur actif de l'arche médiale puis secondairement les tendons des **longs fléchisseurs de l'hallux et des orteils** ;
- Le **ligament calcanéo-naviculaire plantaire**, principal stabilisateur passif de l'arche médiale ainsi que le **ligament deltoïdien** (plan superficiel du ligament collatéral tibial) et le **ligament talo-calcanéen interosseux** à l'intérieur du sinus du tarse ;
- L'**aponévrose plantaire**, structure fibreuse triangulaire à sommet calcanéenne et à base métatarsienne.

Dans la population générale, il y a jusqu'à 15% des personnes qui ne développent pas des arches bien définies. En effet, à la naissance, les pieds du nouveau-né sont plats puisqu'il possède des coussinets adipeux au niveau de la face plantaire. Ces derniers permettent la protection des arches. C'est aux environs de l'âge de 6 ans que l'arche médiale longitudinale du pied apparaît avec le développement des différentes structures du pied notamment du calcaneus. Le positionnement plus ou moins érigé par rapport au sol et en léger valgus physiologique du calcaneus influe sur la hauteur de l'arche. [7] [15] [16]

Dans la marche, l'arche médiale longitudinale possède un rôle essentiel dans l'absorption des chocs ainsi que la propulsion du pied. Pour rappel, lors du cycle de la marche, le membre inférieur alterne successivement entre une **phase d'appui** où le pied est en contact avec le sol (60% du cycle) et une **phase d'oscillation** (40% du cycle) (voir *Figure 4*). [17]

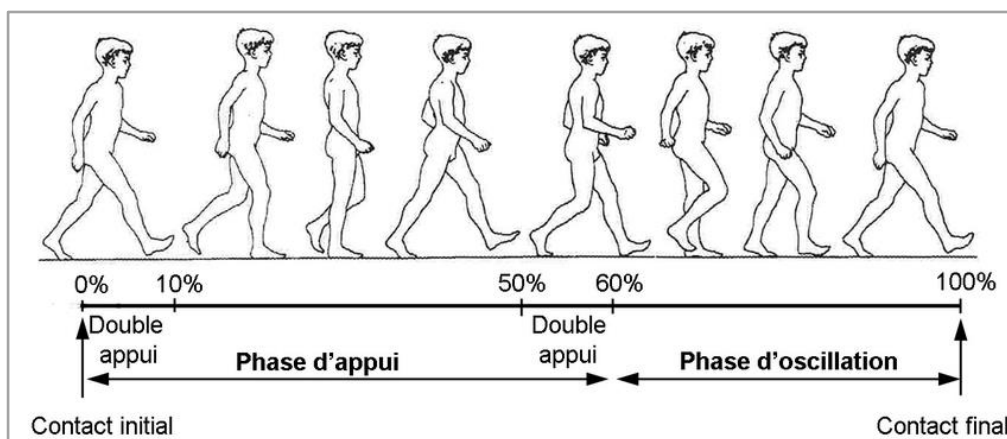


Figure 4 : Les différentes phases du cycle de la marche [18]

Lors du contact initial, le pied légèrement en supination rentre dans la phase d'appui par le talon puis le bord latéral. Lorsque que le pied est intégralement posé au sol en appui monopodal, l'arche médiale se retrouve allongée jusqu'à sa longueur maximale et aplatie avec une surface plantaire maximale et par conséquent un avant-pied en pronation. Durant cette phase, l'étirement des tendons et des ligaments permet le stockage d'énergie mécanique. Lors du déroulement progressif du pas, l'arche médiale commence à se raccourcir, le talon va quitter le sol et l'appui se transfère vers les deux premiers métatarsiens et l'hallux. L'arche vient de nouveau se creuser suite au retour élastique des tissus en entraînant un varus de l'arrière-pied. L'énergie stockée est relâchée lors de la propulsion du pied qui rentre en phase oscillante. Les têtes métatarsiennes médiales (pilier antérieur de l'arche médiale) jouent le rôle d'un tremplin pendant le décollage du pied. [14] [16]

Lors de la course à pied, l'attaque du pas peut se faire de différente manière dans le plan antéro-postérieur : par le talon, par le médio-pied ou par l'avant-pied, cela est propre à chaque coureur de façon inné ou acquis. Les forces exercées sur le sol lors du déroulement du pas sont dépendantes des facteurs individuels tels que le poids, la morphologie du pied mais également de la chaussure et du type de sol. [19]

L'arche médiale longitudinale du pied subit donc des modifications physiologiques lors de la marche mais elle peut également varier d'une personne à une autre en statique donnant lieu à différents morphotypes de pied.

1.2.2 Classification des pieds

Les pieds peuvent être classés en pied plat ou creux (voir *Figure 5*), notamment selon une différence de hauteur de l'arche médiale longitudinale.

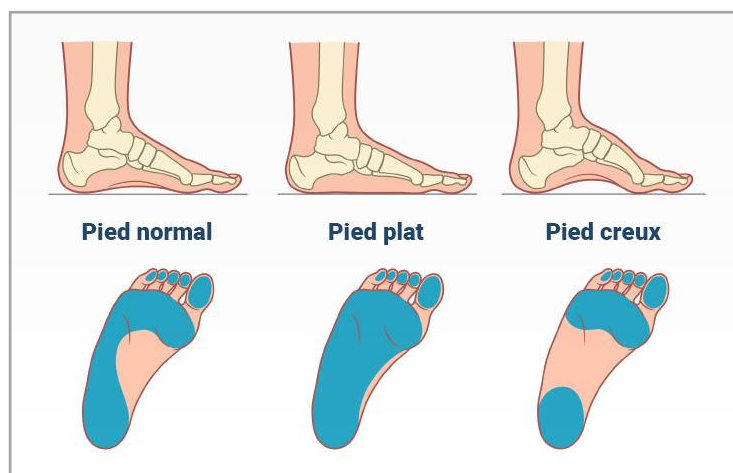


Figure 5 : Représentations imagées des morphologies du pied et de leurs surfaces d'appuis au sol¹

a. Le pied plat ou « planus » :

C'est une déformation du pied pouvant « se manifester par une simple pronation de l'arrière-pied ou valgus complétée ou non par un affaissement plantaire antérieur ». Il existe une multitude de pathologies caractérisées par le terme de pied plat que l'on peut classer selon l'âge de l'atteinte [20] :

- Chez l'enfant :
 - Le pied plat valgus banal ou statique ;
 - Le pied plat valgus congénital ;
 - Les pieds plats malformatifs ;
 - Les pieds plats paralytiques ou spastiques.
- Chez l'adolescent et l'adulte, ce sont des pieds plats évolutifs de l'enfant ou primitifs dus au vieillissement ou à un déficit musculaire. Ils peuvent être souples et devenir ensuite contracturés ou arthrosiques (plus douloureux).

¹ <https://www.indexsante.ca/chroniques/664/avez-vous-les-pieds-creux.php> (consulté le 30/01/2022)

Le pied plat valgus banal ou statique correspond à un affaissement de l'arche médiale longitudinale et à une horizontalisation du calcaneus en position de valgus. Le pied est en position de « **pronation** » et il est caractérisé par une **empreinte plantaire large**. Ces déformations bénignes sont principalement dues à une hyper laxité ligamentaire et une hypotonie musculaire mais également à des déformations orthopédiques sus-jacentes. [20]

b. Le pied creux ou « cavus » :

C'est une déformation du pied caractérisée par « une augmentation du cavus plantaire qui s'accompagne souvent d'un valgus ou varus de l'arrière-pied et de griffe des orteils ». Le pied est en position de « **supination** » et il est caractérisé par une **empreinte plantaire étroite**.

On peut également classer les pathologies du pied creux en fonction de l'âge [20] :

- Chez l'enfant :
 - Les pieds creux valgus et varus héréditaires et évolutifs ;
 - Les pieds creux neurologiques avec dystonies et paralysies à la suite de malformations vertébrales ou des pathologies nerveuses centrales ou périphériques, notamment la maladie de Charcot-Marie-Tooth. [21]
- Chez l'adolescent et l'adulte, ce sont des pieds creux souples dans l'enfance mais qui tendent plus ou moins à se rigidifier avec une griffe des orteils et l'apparition de cors et de durillons douloureux, à l'origine de métatarsalgies.

Dans cette revue, nous nous intéressons aux **pieds plats et creux de l'adulte non pathologiques**, c'est-à-dire non évolutifs de pathologies congénitales, malformatives ou d'origine neurologique. Ces derniers sont pour la plupart irréductibles et accompagnés de douleurs et pathologies secondaires qui entraînent des déficits fonctionnels tels qu'une incapacité à se déplacer ou même à la station debout. On considère qu'un pied plat ou creux de l'adulte dû à un défaut/excès de développement des arches (précédemment décrites) est physiologique sauf si la personne commence à développer des symptômes.

La classification du pied en plat ou creux est possible grâce à de nombreux moyens d'évaluation.

1.2.3 Evaluation de la morphologie du pied

Aujourd'hui, il existe dans la littérature de nombreux outils **quantitatifs** (mesures centimétriques) ou **qualitatifs** (basés sur l'observation), **validés ou non** permettant d'évaluer la morphologie des pieds et donc les classer en pied plat ou creux. Ces outils présentent à des niveaux différents des **avantages** et des **inconvénients** (de validité, fiabilité, coût, accessibilité...). Ils sont réalisés pieds nus et en charge. La quantité des techniques disponibles pour évaluer la morphologie des pieds peut cependant rendre difficile l'uniformisation des conclusions quant à la classification de ces derniers.

Parmi les différentes techniques existantes, nous pouvons citer (liste non exhaustive) :

a. L'observation visuelle :

Elle repose sur l'**expérience** du thérapeute et reste donc très **subjective**. Elle permet une appréciation globale de la morphologie du pied en observant par exemple [6] :

- L'orientation de l'arrière-pied (varus, valgus ou neutre), on peut s'aider de la direction du tendon calcanéen, de la saillie des malléoles ;
- Les appuis de l'avant-pied, à la palpation la « touche de piano » au niveau de la tête du 1^{er} métatarsien est le reflet d'un défaut d'appui de ce dernier sur le sol ;
- L'existence d'une voûte plantaire médiale plus ou moins creusée (passage d'un crayon ou pas) ;
- L'orientation de la palette métatarsienne en suivant l'axe de M2 (abduction/adduction),
- La présence d'une griffe des orteils ;
- La présence de durillons (épaississement local de la peau) signe d'hyperpressions.

L'utilisation d'un **podoscope** permet d'observer les appuis de la face plantaire du pied grâce à son reflet par un miroir.

b. La radiographie :

Elle représente un support pour ensuite réaliser des mesures. Sur une radiographie de profil de la face médiale du pied debout, nous pouvons calculer [22] :

- La **pente calcanéenne** ou l'**angle d'incidence du calcanéus** est mesuré entre l'horizontale et le bord inférieur du calcanéus. En moyenne, il est compris entre 15° et 20°, lorsque cet angle augmente, le pied a tendance à être plus creusé avec une origine postérieure (calcaneus) ;
- La **ligne de Méary** ou l'**angle talo-métatarsien** est mesuré entre l'axe diaphysaire du 1^{er} métatarsien et l'axe du talus. Dans les normes, les deux axes sont alignés, une cassure entre ces deux lignes peut indiquer l'existence d'un pied creux plutôt d'origine antérieure ;
- L'**angle de Djian et Annonier** est mesuré entre la droite liant le point le plus bas du calcanéus et le point le plus bas de l'articulation talo-naviculaire à la droite liant le point le plus bas de l'articulation talo-naviculaire et l'os sésamoïde médial de l'hallux. En moyenne, il est compris entre 120° et 125°. Un angle inférieur à 120° oriente vers un pied creux et lorsqu'il est supérieur à 125° plutôt vers un pied plat.

c. Les empreintes plantaires, elles peuvent être réalisées de différentes façons :

- Le **baropodométrie** permet l'analyse des pressions du pied en appui sur le sol grâce à des capteurs de force sur une plateforme. Ces mesures sont retranscrites par un ordinateur sous la forme d'une empreinte numérique. [23]
- Le « **Harris and Beath footprint** » consiste à faire marcher le sujet sur un tapis en caoutchouc recouvert uniformément par une encre non grasse de duplication où est appliquée par-dessus une feuille de papier absorbante. Plusieurs pas sont réalisés jusqu'à ce qu'une empreinte soit satisfaisante en termes de reproductibilité et de représentativité. [24]

Lorsque les empreintes plantaires à l'encre ou numériques sont réalisées, il existe des index qui permettent de classer le pied dans les catégories de pied plat ou creux. C'est le cas du « **Chippaux-Smirak index** » qui est le rapport de la distance minimale du médio-pied à la distance maximale de

l'avant-pied. [25] Il possède des reproductibilités intra-évaluateur et inter-évaluateurs excellentes (ICC=0.914 et ICC=0,961 respectivement) [26] Concernant sa validité dans le diagnostic du pied plat, il possède une bonne sensibilité de 87% mais une spécificité modérée de 58% (avec un intervalle de confiance à 95%). [27]

d. Les mesures cliniques :

Le « **Foot Posture Index-6 (FPI-6)** » est un outil de diagnostic clinique qui permet de classer le pied dans trois catégories : pronation, supination ou neutre. Pour cela, le clinicien réalise une cotation de -2 à +2 de six critères définis qui permet alors d'obtenir un score final allant de -12 à +12 afin de classer le pied dans une des 3 classes (voir *Le guide d'utilisation et manuel « Foot Posture Index »*²). Selon une étude réalisée chez des adultes, le FPI-6 possède une reproductibilité inter-évaluateurs et intra-évaluateur excellentes (ICC = 0.96–0.99). [28] Cependant ce résultat est à pondérer avec d'autres études qui trouvent des fiabilités allant de passable à excellente. [29] Sa validité a également été analysé et démontré. [30]

Des mesures peuvent être directement réalisées sur le pied en charge telles que le calcul de la hauteur du dos du pied divisée par la longueur du pied. Les mesures sont faites grâce un **pied à coulisse** avec une résolution de 1 millimètre. La hauteur du dos correspond au segment partant du sol jusqu'au sommet du pied à 50% de la longueur du pied (moitié du pied) et la longueur du pied correspond au segment allant du point le plus postérieur du calcaneum à l'extrémité de l'orteil le plus long. Cette mesure a une reproductibilité inter-évaluateurs élevée (ICC = 0,848) et intra-évaluateur excellente (ICC = 0,971 à 0,82). [31]

Ces outils de mesures sont nombreux et peuvent être utilisés pour différentes raisons notamment en tant qu'indicateur dans l'évaluation d'une prise en charge médicale grâce au suivi de l'évolution de la morphologie du pied.

1.2.4 Prise en charge du pied plat et du pied creux

L'affaissement et l'augmentation de la hauteur de la voûte plantaire peuvent être à l'origine de différents symptômes dont le principal est la douleur. Une correction de la voûte est possible par une **prise en charge médicale** grâce à différents moyens tels que des traitements **orthopédique, kinésithérapique et chirurgical** (en dernier recours).

Le **traitement orthopédique** consiste en la mise en place d'**orthèses plantaires** réalisées sur mesure par la prise de l'empreinte du pied. Ce sont des semelles correctrices qui permettent de remodeler la forme de la voûte plantaire passivement. Selon la **Haute Autorité de la Santé**³ (HAS), l'orthèse plantaire est indiquée pour les troubles morphologiques du pied altérant la fonction de la marche ou pouvant être à l'origine d'instabilités du pied ou de la cheville tel que le pied creux et plat.

² Redmond AC : The Foot Posture Index : guide d'utilisation et manuel. 2005.

<https://studylib.net/doc/8078879/the-foot-posture-index> (consulté le 04 décembre 2021)

³<https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2018->

[06/evaluation_des_ortheses_plantaires_et_des_coques_talonnieres_rapport_devaluation.pdf](https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2018-06/evaluation_des_ortheses_plantaires_et_des_coques_talonnieres_rapport_devaluation.pdf)

Elle a pour but de « corriger les troubles statiques, prévenir ou soulager les douleurs et éviter l'aggravation de la déformation ».

Une étude qui analyse l'effet des orthèses sur des pieds creux montre une diminution significative de l'angle calcanéen et donc de la hauteur de l'arche ainsi qu'une augmentation du confort perçu dans le médio-pied. [32] Selon une deuxième étude, la douleur, la fonction, la qualité de vie et les pressions plantaires sont améliorées par les orthèses plantaires personnalisées chez le pied creux. [33]

Le **type de chaussures** peut aussi entraîner une modification de la voûte plantaire en raison des nombreuses formes actuellement disponible avec des semelles plus ou moins épaisses, souples ou dures, de la chaussure minimaliste à la chaussure maximaliste. Le choix de celle-ci doit être adapté à chaque personne en fonction de l'activité sportive pratiquée mais aussi de la morphologie du pied. En effet, dans une étude, les chaussures de courses dit « à coussin neutre » réduisent significativement les pressions plantaires chez des athlètes au pied creux. [34]

Le **traitement kinésithérapique** se compose de différentes techniques qui vise à diminuer l'affaissement de l'arche médiale longitudinale pour le pied plat avec le **renforcement des muscles intrinsèques** et **extrinsèques** du pied et de l'**aponévrose plantaire**. Plusieurs essais cliniques montrent l'efficacité significative d'un programme d'exercices de renforcement actif appelés « short foot exercices » conduit sur une durée à court terme (8-9 semaines) pour la diminution du pied plat. [35] [36] [37] Pour le pied creux, une étude qui analyse une technique de **stimulation nerveuse électrique transcutanée** (TENS) avec un **étirement statique** du fascia plantaire démontre un aplatissement de la voûte plantaire longitudinale médiale chez les adultes avec un pied creux idiopathique de manière immédiate et à court terme. [38] D'après une autre étude, cette même technique permet également de diminuer significativement les pressions au niveau des 1^{er} et 3^{ème} métatarses à court terme (7 jours). [39]

Le **traitement chirurgical** est quant à lui utilisé en dernier recours lorsque les autres techniques conservatives évoquées ci-dessus ont échoué, et donc généralement pour les formes de pieds plats et creux plus graves telles que les formes congénitales, malformatives ou d'origines neurologiques. Selon l'origine de la déformation, des transferts tendineux, des ostéotomies ou des arthrodèses sont réalisés pour la réduire. [40] [41]

Ces différentes prises en charge peuvent donc permettre de diminuer ou même d'éviter l'apparition de symptômes et pathologies associées.

1.2.5 Morphologie des pieds et pathologies associées

Une modification de hauteur de l'arche médiale longitudinale entraînera forcément des répercussions dans la biomécanique du pied telles que :

- Des modifications de **pressions plantaires** objectivées par le baropodomètre ou une surface d'empreinte plantaire augmentée chez le pied plat avec une pression plus largement répartie contrairement au pied creux avec une surface plantaire diminuée et une pression au niveau des points d'appuis du pied (premier et cinquième métatarses) largement augmentée [42] ;
- Un **équilibre postural** statique et dynamique de moins bonne qualité comparativement aux pieds neutres [43] ;

- Une augmentation du **temps de réaction** du muscle **long fibulaire** [44] ;
- La **douleur**, c'est l'un des principaux symptômes dont les personnes ayant les pieds creux et plats sont susceptibles de souffrir. [45]

Toutes ces variations peuvent entraîner une faiblesse ou un dysfonctionnement dans la physiologie du pied qui peuvent être à l'origine d'affections diverses. Certaines études mettent en évidence une association importante entre la morphologie des pieds et la survenue de pathologies des membres inférieurs notamment chez les sportifs avec des niveaux de preuves plus ou moins élevés. Les différentes atteintes sont répertoriées dans le *tableau 1* suivant en fonction du type de pied auxquelles elles sont associées :

Pieds creux	Pieds plats
<ul style="list-style-type: none"> - Fasciite plantaire [46] - Rupture du ligament croisé antérieur [47] 	<ul style="list-style-type: none"> - Tendinopathies d'Achille [46] - Fracture de stress (naviculaire notamment) [46] - Périostite tibiale [48]

Tableau 1 : Pathologies associées aux pieds plats et aux pieds creux

Parmi ces pathologies du membre inférieur, les **blessures de la cheville** sont également citées par plusieurs études en tant que pathologies associées. [49] [50] L'hypothèse de l'implication du type de pied dans la survenue de l'**entorse de cheville** peut alors se poser.

1.3 L'entorse de cheville

1.3.1 Définitions et contexte actuel

L'**entorse de cheville** se définit comme une lésion d'un ou plusieurs ligaments de la cheville « résultant de la distorsion au-delà des limites physiologiques à la suite d'un mouvement forcé et brutal de l'arrière-pied sans déplacement osseux permanent ». [51]

Selon la **Haute Autorité de Santé** (HAS)⁴, les entorses de cheville représentent la pathologie la plus fréquente en matière de traumatologie de l'appareil locomoteur, en effet on en décompte **6 000 par jour** en France. Dans la population générale en France, les entorses de cheville représentent 7 à 10 % des consultations en urgence hospitalière et le diagnostic des entorses en cabinet libéral en ville est environ égal 950 000 par an.

Il y a une prévalence **masculine** légèrement supérieure (64 % des cas) et **60 %** sont âgés de **25 à 44 ans**⁵. Ce traumatisme survient préférentiellement dans des contextes différents selon l'âge. Chez les jeunes, l'entorse est plutôt liée aux **activités sportives** tandis que chez les personnes plus âgées, elle surviendra lors des activités domestiques.

⁴ [https://www.has-sante.fr/upload/docs/evamed/CEPP-5487_A2T_15_mai_2018_\(5487\)_avis.pdf](https://www.has-sante.fr/upload/docs/evamed/CEPP-5487_A2T_15_mai_2018_(5487)_avis.pdf)

⁵ <https://www.vidal.fr/maladies/recommandations/entorse-de-cheville-4026.html#la-maladie> (consulté le 04/12/2021)

Il est important de noter que les **sportifs** représentent une des populations la plus touchée par l'entorse de cheville qui concerne **25 %** de leurs traumatismes. [52]

D'après une revue de littérature sur les blessures à la cheville au sport, parmi les 43 sports étudiés, l'entorse de cheville était l'atteinte la plus fréquente devant la fracture. En termes d'incidence sur 1000 personnes par heure, le rugby possédait l'incidence d'entorse de cheville la plus importante (4,20) suivi par le football (2,52), le volley-ball (1,99), le handball (1,59) et basket-ball (1,00). [53] D'après une autre étude réalisée sur les athlètes de la « National Collegiate Athletic Association » pratiquant 25 sports différents, l'entorse latérale de cheville était la pathologie la plus diagnostiquée (7,3% de toutes les blessures répertoriées). Le sport qui comprenait la plus grande proportion d'entorse latérale de la cheville était le basket-ball (15% chez les hommes et 14,5% chez les femmes). [54] Les sports les plus exposés sont généralement les sports collectifs qui comportent des sauts, des réceptions ou des changements de direction comme le handball, le basket-ball, le football ou le rugby précédemment cité. [55]

Chez l'adulte, l'**entorse externe** de la cheville est l'entorse la plus fréquente, elle représente **90%** des cas³, contrairement aux entorses internes et syndesmotiques qui sont plus rares.

En France, l'entorse de cheville représente un **enjeu de santé publique**, d'une part, par son incidence dans la population générale, et d'autre part, par son impact **économique** important qui s'élève à 1,2 million d'euros par jour. [55]

Dans 5 à 20 % des cas, suite à une entorse, une **instabilité chronique** va s'installer, c'est l'une des principales complications à long termes. [56] Elle se définit par la perception du patient d'une cheville anormale et instable avec une association de symptômes tels que des entorses à répétitions, de la douleur et des gonflements/œdèmes ou une diminution de la pratique de certaines activités. L'instabilité chronique est due à une absence de traitement de l'entorse aiguë ou à une mauvaise cicatrisation de celle-ci. [57]

Pour comprendre le mécanisme de l'entorse de cheville, il est important de connaître l'anatomie de la cheville.

1.3.2 Anatomie de l'articulation talo-crurale

La **cheville** ou l'articulation **talo-crurale** est constituée par l'union des surfaces articulaires de la **fibula** (la malléole latérale), du **tibia** (la malléole médiale) ainsi que celle du **talus** (la trochlée).

La cheville possède différents moyens d'unions tels que la **capsule** qui s'insère autour des surfaces articulaires. Elle est pourvue de replis anatomiques qui lui permettent une plus grande amplitude de mouvement lors de la flexion dorsale (en arrière, tracté par le long fléchisseur de l'hallux) et de la flexion plantaire (en avant, tracté par les releveurs du pied). La **membrane synoviale** tapisse la face profonde de la capsule. Elle sécrète le liquide synovial qui a un rôle dans la nutrition et la lubrification des cartilages de l'articulation. [3]

Les **ligaments collatéraux** sont les **principaux** ligaments de la cheville, ils se trouvent de part et d'autre de l'articulation en faisant le lien entre le segment jambier et le pied et ils ont un rôle primordial dans la stabilité de la cheville. Sur la face latérale de la cheville, on trouve le **ligament collatéral fibulaire** (LCF) (voir *Figure 6*) dont les origines, trajets et terminaisons de ces 3 faisceaux sont décrits dans le *tableau 2*. Le **ligament collatéral tibial** (LCT) (voir *Figure 7*) décrit dans le *tableau 3* se trouve quant à lui sur la face médiale de la cheville avec également 3 faisceaux répartis sur 2 plans (superficiel et profond).

Ligament collatéral fibulaire			
	Faisceau antérieur	Faisceau moyen	Faisceau postérieur
Origine	Bord antérieur de la malléole latérale (partie moyenne)	Bord antérieur de la malléole latérale (partie inférieure)	Face médiale de la malléole médiale (en arrière de la surface articulaire)
Trajet	Oblique en avant, en bas, en dedans	Oblique en bas et en arrière	Oblique en arrière et en dedans
Terminaison	Crête transversale du col du talus (partie latérale)	Face latérale du calcanéus (en arrière et au-dessus de la trochlée fibulaire)	Surface latérale du corps du talus

Tableau 2 : Le ligament collatéral fibulaire (origine, trajet et terminaison) [3]

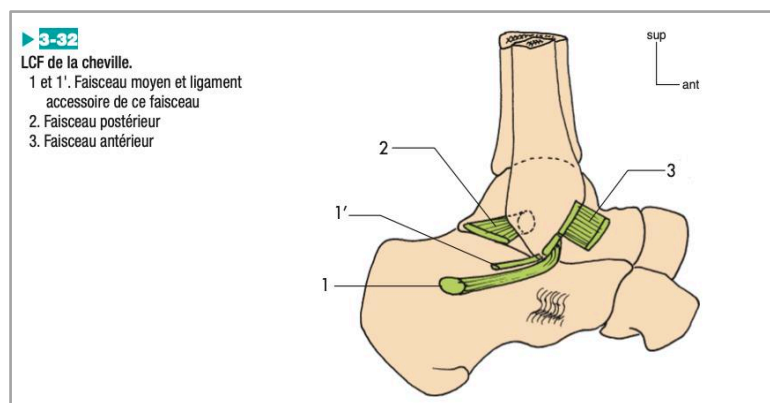


Figure 6 : Schéma du ligament collatéral fibulaire, vue latérale de la cheville [3]

Ligament collatéral tibial			
	Plan profond		Plan superficiel
	Faisceau antérieur	Faisceau postérieur	Faisceau dit « deltoïdien »
Origine	Face médiale du tibia, le long du bord antérieur	Apex de la malléole médiale (échancrure)	Face médiale du tibia (en arrière du faisceau antérieur)
Trajet	Oblique en avant, en bas et en dehors (large)	Oblique en arrière, en bas (épais)	Oblique en avant, en bas et en dehors (en éventail)
Terminaison	Crête transversale du col du talus (partie médiale)	Face médiale du corps du talus	<ul style="list-style-type: none"> - Naviculaire - Lig. calcanéonaviculaire plantaire - Sustentaculum tali (bord supérieur)

Tableau 3 : Le ligament collatéral tibial (origine, trajet et terminaison) [3]

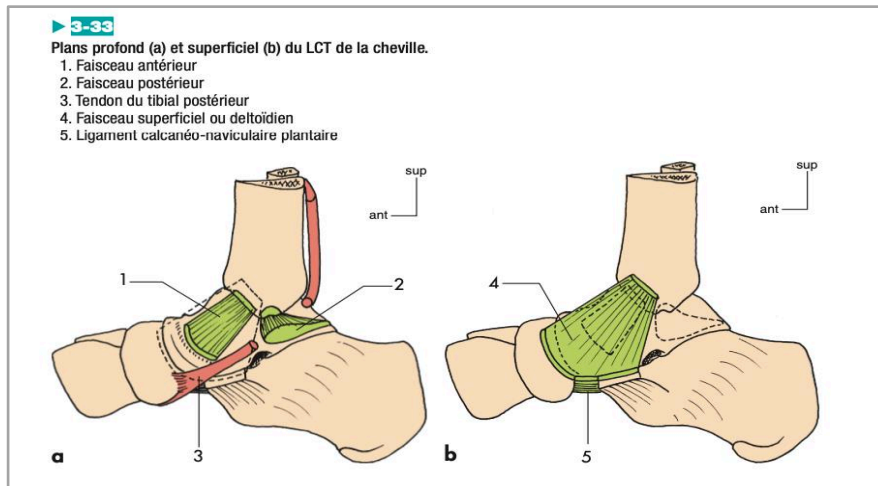


Figure 7 : Schéma du ligament collatéral tibial, vue médiale de la cheville [3]

L'articulation talo-crurale possède également d'autres **ligaments à distance** de différents types parmi lesquels on trouve [3] :

- Les **ligaments tibio-fibulaires inférieurs** (antérieur et postérieur) entre la malléole latérale (fibula) et médiale (tibia), ils font partis de la syndesmose ;
- Le **ligament calcanéo-naviculaire plantaire** ou « SPRING » ligament qui est considéré « comme le principal stabilisateur statique de l'arche médiale » [15] ;
- La **membrane interosseuse (MIO)**, c'est une membrane fibreuse orientée en bas et en dehors qui maintient la fibula ;
- Les **rétinaculums**, latéral qui correspond au rétinaculum des tendons fibulaires et médial qui correspond au rétinaculum des tendons fléchisseurs.

Les **éléments stabilisateurs** de la cheville sont essentiellement les tendons des **muscles extrinsèques** du pied (long fléchisseur des orteils, long fléchisseur de l'hallux et tibial post en médial ; long et court fibulaires en latéral). Grâce à leur positionnement rétromalléolaire, ils ont rôle de sustentation (antigravitaire) et de serrage de la pince tibio-fibulaire. [3]

L'**articulation tibio-fibulaire inférieure** participe également à la mobilité de la cheville et du pied. On parle de **pince bi-malléolaires** ou encore de **mortaise tibio-fibulaire** qui assure un système de serrage élastique du tenon talaire. C'est une articulation **syndesmose** qui permet des mouvements d'écartements-rapprochements et non de glissements simples. En effet, le talus étant plus large à l'avant qu'à l'arrière, cette pince permet une congruence parfaite dans les mouvements sagittaux de la cheville. Lors de la flexion dorsale du pied, la fibula va alors « s'écarter, remonter vers le haut et pivoter en rotation variable ». [3]

La cheville participe à tous les mouvements du pied. Cependant, sa mobilité préférentielle se situe dans les mouvements de **flexion dorsale** et de **flexion plantaire**. La flexion dorsale rapproche la face dorsale du pied de la face antérieure de la jambe avec une amplitude variable de 13 à 33° et la flexion plantaire éloigne la face dorsale du pied de la face antérieure de la jambe avec une amplitude variable de 23 à 56°. [3] [13]

La cheville, par sa mobilité, peut alors subir des traumatismes tels que l'entorse suite à des mouvements involontaires dans des amplitudes extrêmes.

1.3.3 Les mécanismes lésionnels de l'entorse de cheville

Dans la cheville, on retrouve préférentiellement trois types d'entorses :

- L'**entorse latérale de cheville** avec une atteinte d'un ou plusieurs faisceaux du ligament collatéral fibulaire, la plus fréquente par un mécanisme d'**inversion** [56] ;
- L'**entorse médiale de cheville** avec une atteinte d'un ou plusieurs faisceaux du ligament collatéral tibial, plus rare et fréquemment associé à une fracture par un mécanisme **éversion** [51] ;
- L'**entorse haute de cheville** ou de la **syndesmose tibio-fibulaire inférieure** avec une atteinte des ligaments tibio-fibulaire antérieur et postérieur par un mécanisme en **rotation** externe associé à une flexion dorsale ou plantaire de la cheville [58].

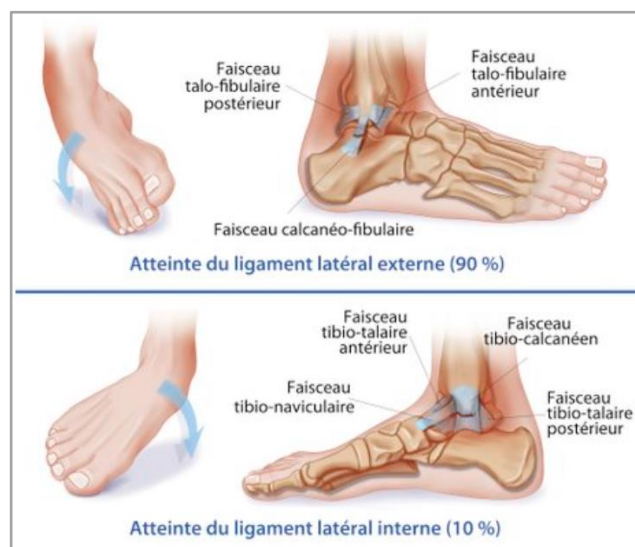


Figure 8 : Mécanisme lésionnel de l'entorse externe (latérale) et interne (médiale) de cheville ⁶

C'est grâce à la compréhension des mécanismes lésionnels de l'entorse (voir *figure 8*) que des **hypothèses** concernant sa possible association à la posture du pied émergent. En effet, un mouvement d'inversion pourrait être favorisé par une arche creusée avec un pied qui serait déjà dans une position de supination et un mouvement d'éversion pourrait quant à lui être favorisé par une arche affaissée avec un pied en position de pronation.

Une entorse correspond à une atteinte plus ou moins importante d'un ou plusieurs ligaments. Les ligaments sont des bandes fibreuses de tissu conjonctif qui relient des os entre eux. Leur fonction principale est d'assurer la stabilisation des articulations au repos et lors des mouvements d'amplitudes physiologiques. Ils sont composés à 75% de collagène qui leur confèrent une résistance aux tensions importantes, cependant ils peuvent également se déformer jusqu'à une certaine limite grâce à leur propriété viscoélastique. [59]

⁶ <https://www.cyclosteo.fr/entorses-de-cheville-comment-bien-les-traiter-cyclosteo/> (consulté le 23/04/2022)

Au-delà de cette limite, les ligaments subissent des lésions de différents types. Une **classification** détaillée des lésions ligamentaires externes aiguës de la cheville a été proposée par *Trevino* (voir *Annexe 1*), les trois principales catégories sont [56] [60] :

- Type I : une simple **élongation** du ligament, l'entorse est dite **bénigne** ;
- Type II : une **rupture partielle** du ligament, l'entorse est de **gravité moyenne** ;
- Type III : une **rupture totale** du ligament, l'entorse est dite **grave**.

Au plus l'entorse est grave, au plus il y aura de lésions associées telles qu'une luxation des tendons fibulaires, une rupture de ligament avec arrachement osseux (avulsion) ou une fracture de la malléole.

Il existe plusieurs moyens afin d'évaluer la gravité d'une entorse et poser son diagnostic.

1.3.4 Le diagnostic de l'entorse de cheville

Le diagnostic initial plutôt difficile à poser est généralement réalisé 3 à 5 jours après le traumatisme. Il repose principalement sur l'examen clinique ainsi que sur les imageries.

a. Les imageries :

Depuis 1994, la **radiographie** est indiquée uniquement sur la présence des **critères d'Ottawa**. Cette règle permet de diminuer la prescription des radiographies de 20% à 30%. Il faut obligatoirement qu'un des signes suivant soit constaté [51] :

- Impossibilité d'être en appui sur le pied et de réaliser 4 pas de suite post-traumatisme et lors de l'examen ;
- Patient dont l'âge est inférieur à 18 ans ou supérieur à 55 ans ;
- Présence de douleur à la palpation du bord postérieur du tibia ou de la fibula sur une hauteur de 6 cm ou à la pointe d'une des deux malléoles ;
- Présence d'une douleur à la palpation de l'os naviculaire ou à la base du 5^{ème} métatarsien.

La radiographie consiste donc à mettre en évidence la présence d'une lésion associée comme une fracture.

L'**imagerie par résonance magnétique (IRM)** peut être réalisée en cas de lésions ligamentaires ou de la syndesmose de haut grade puisqu'elle possède, selon une étude, une sensibilité de 100% (IC à 95% = 89-100) concernant le diagnostic la rupture du ligament talo-fibulaire antérieur et une sensibilité de 88% (IC à 95% = 69-98) concernant la rupture du ligament calcanéofibulaire. [61] Cependant une forte prévalence des entorses aiguës combinée à une faible disponibilité de l'IRM rend son utilisation limitée au quotidien.

L'**échographie** semble être la meilleure stratégie d'imagerie en termes de coût (faible), de facilité d'accès et de son caractère non-irradiant. De plus, dans le diagnostic des lésions du LCF de la cheville, elle possède une sensibilité excellente de 92 % et une bonne spécificité de 64 %. L'échographie permet la détection d'un épanchement talo-crural ainsi que la recherche d'une lésion ligamentaire, de son type (élongation ou rupture) et de sa localisation (proche de l'insertion avec arrachement osseux ou non) grâce à l'exploration des faisceaux antérieur et moyen du LCF (le postérieur n'étant pas accessible), le LCT et les ligaments de la syndesmose tibio-fibulaire inférieure. L'examen des articulations sus-jacents et des tendons périarticulaires peut aussi être effectué. [62] [63]

b. L'examen clinique :

Il repose sur un **interrogatoire** (rechercher le mécanisme lésionnel), l'observation de **signes cliniques** ainsi que la réalisation de **tests cliniques**. D'après une étude, l'examen clinique différé (c'est à dire effectué 4 à 5 jour après la blessure), qui cherche à déterminer l'ampleur du gonflement, la présence d'un hématome, la localisation d'une douleur lors de la palpation et la rupture de ligament talo-fibulaire antérieur grâce au test du tiroir antérieur, semble être un outil de diagnostic valide et fiable (spécificité de 84%, sensibilité de 96% et une bonne reproductibilité inter-examineur). [64]

D'après « **American College of Foot and Ankle Surgeons** » et « **American Academy of Family Physicians** »⁷, l'entorse de cheville se constitue de 3 grades en fonction de sa sévérité et de l'atteinte du ligament avec des **symptômes cliniques** associés (*Tableau 4*).

Grade	Signes et symptômes
<i>I : Déchirure partielle d'un ligament</i>	Légère sensibilité et gonflement
	Perte fonctionnelle légère ou nulle, le patient est capable de supporter son poids et de marcher avec un minimum de douleur
	Pas d'instabilité mécanique (examen clinique d'effort négatif)
<i>II : Rupture incomplète d'un ligament</i>	Douleur et gonflement modérés
	Ecchymoses légères à modérées
	Sensibilité sur les structures impliquées
<i>III : Déchirure complète et perte d'intégrité d'un ligament</i>	Atteinte fonctionnelle modérée avec perte de mouvement et de fonction, le patient a des douleurs lors de la mise en charge et de la marche
	Instabilité légère à modérée (légère positivité unilatérale de l'examen d'effort clinique)
	Gonflement sévère (plus de 4 cm autour de la fibula)
<i>III : Déchirure complète et perte d'intégrité d'un ligament</i>	Ecchymoses sévères
	Perte de fonction et de mouvement, le patient est incapable de supporter son poids ou de se déplacer
	Instabilité mécanique (positivité modérée à sévère de l'examen d'effort clinique)

Tableau 4 : Grades de l'entorse de cheville

Cette classification permet d'orienter le traitement de l'entorse.

La survenue de l'entorse de cheville peut être favorisée par la présence de facteurs extérieurs ou propres à chaque individu que l'on appelle les **facteurs de risque**.

⁷ <https://www.aafp.org/afp/2001/0101/p93.html#afp20010101p93-b5> (consulté le 15 janvier 2022)

1.3.5 Les facteurs de risque de l'entorse de cheville

Une association entre deux variables peut s'expliquer par plusieurs phénomènes : le **hasard**, la présence d'une **variable de confusion** ou la présence d'une **causalité** entre les 2 variables. Une association est dite causale lorsqu'on peut prouver que le changement d'une variable **indépendante** induit le changement d'une autre variable dite **dépendante**.

Les **facteurs de risque** de l'entorse de cheville sont des variables indépendantes responsables de la survenue de l'entorse. Ils sont classés en facteurs **intrinsèques**, c'est-à-dire liés au patient et **extrinsèques** qui eux sont extérieurs au patient en lien avec le sport ou activités pratiquées. Ces facteurs peuvent être **modifiables ou non**, c'est un point important à retenir puisque c'est grâce à cette caractéristique que nous allons pouvoir agir pour les réduire (prévention) et chercher à diminuer l'apparition des entorses de cheville.

Voici les principaux facteurs de risques étudiés dans la littérature scientifique (liste non-exhaustive) :

a. Les facteurs extrinsèques :

Le **type de sport** pratiqué semble être un facteur de risque extrinsèque important de l'entorse de cheville comme évoqué précédemment (incidence plus importante chez les joueurs de basket-ball, rugby, football, etc.). [54]

La **position/poste occupé par le joueur** pourrait aussi être un facteur de risque de l'entorse. Une étude réalisée sur des joueurs de football montre une incidence plus importante des entorses par contact chez les défenseurs. [65]

Concernant le **type de chaussure** porté, la littérature ne donne pas de conclusion sur son implication en tant que facteur de risque. Une étude sur des joueurs de basket portant des chaussures basses, des chaussures montantes ou des chaussures montantes avec une chambre à air gonflable ne montre aucune différence dans l'incidence des entorses de la cheville selon les chaussures portées. [66] Une deuxième étude sur la même population (basket) a quant à elle montré que les sujets portant des chaussures avec des cellules d'air dans le talon avaient un risque significativement plus élevé de se blesser à la cheville que ceux qui portaient des chaussures sans cellules d'air. [67]

D'autres facteurs des blessures aux membres inférieurs dont la cheville sont évoqués tels que la **surface de jeu** (avec une incidence de blessures plus élevée sur les gazons artificiels) et le **niveau de compétition** (avec une incidence plus élevée de blessures lors des compétitions et matchs que lors des entraînements). [68]

b. Les facteurs intrinsèques :

L'**indice de masse corporelle (IMC)** semble être un facteur de risque de l'entorse. Des études réalisées chez des joueurs de football américain et de football européen (soccer) ont noté respectivement une plus grande exposition à l'entorse chez les joueurs en surpoids ainsi qu'une association positive entre l'IMC et l'entorse (avec un OR = 5,72 et un intervalle de confiance à 95% = 1.37-23.95). [69] [70]

La présence d'**antécédents d'entorse de cheville** s'avère également être un facteur de risque de l'entorse d'après plusieurs études. Par exemple, une étude prospective chez des étudiants universitaires actifs a montré que les participants avec des antécédents d'entorse avaient deux fois plus de chance de subir une entorse. [71]

L'**âge** pourrait constituer un facteur de risque de l'entorse selon certains auteurs. Une étude américaine, ayant recensée toutes les entorses de cheville qui se sont présentées aux services d'urgences entre 2002 et 2006, a observé une incidence maximale d'entorse chez les personnes étant âgées de 15 à 19 ans (7,2 pour 1000 personnes-année). [72] Une revue de littérature réalisée en 2013 et étudiant l'épidémiologie des entorses de cheville, trouve que les enfants (âgés de 0 à 12 ans) ont un risque plus important de développer une entorse que les adolescents (âgés de 13 à 17 ans) et les adultes (au moins 18 ans). [73]

Le **sexe** ne semble pas constituer un facteur de risque de l'entorse. En effet d'après de nombreuses études, le pourcentage de blessé chez les hommes et les femmes est très proche. Cela a également été observé dans les populations sportives, l'étude épidémiologique de la « National Collegiate Athletic Association » note que dans différents sports (ex : hockey sur glace, football, basket-ball, natation, tennis, etc...), les taux d'entorses latérales de cheville ne différaient pas dans l'ensemble (avec un risque relatif = 0,95 et un intervalle de confiance à 95 % = 0,86-1,05). Cependant, en compétition, le pourcentage d'entorses était plus faible chez les hommes que chez les femmes (avec un risque relatif = 0,83 et un intervalle de confiance à 95 % = 0,71-0,97). [54] La revue de 2013 précédemment citée, a quant à elle trouvé un risque plus important de développer une entorse pour les femmes avec une incidence de 13,6 pour 1000 expositions contre 6,94 pour 1000 expositions chez les hommes. [73]

Les **propriétés musculosquelettiques** sont aussi citées parmi les facteurs de risque de l'entorse de cheville :

- La **force musculaire** et plus précisément une **asymétrie de force excentrique** de la cheville, selon une étude sur des joueurs de football, augmenterait par 8,8 les probabilités de subir une entorse de la cheville [70] ;
- L'**équilibre postural**, vérifié dans une étude par un test d'équilibre à une jambe, présentait un risque relatif positif de 2,43 (avec un intervalle de confiance à 95 % = 1,15, 5,14) de subir une entorse lorsque le test était positif [74] ;
- La **laxité ligamentaire** représentée par un tiroir antérieur excessif et une inclinaison accrue du talus semblerait, d'après plusieurs études, augmenter l'incidence d'entorse de cheville. [75]

Concernant la **dominance du membre inférieur** et l'**amplitude articulaire** (flexion dorsale et plantaire de la cheville), la littérature semble être divisée quant à leur rôle comme facteurs de risque de l'entorse de cheville avec des études mettant en évidence une association et d'autres non.

Comme présenté ci-dessus, actuellement, de nombreuses études et revues font l'état des lieux des facteurs de risques de l'entorse de cheville cependant selon les facteurs étudiés, nous observons des niveaux de preuve plus ou moins importants. Les résultats sont donc généralement à prendre avec prudence, ils nécessitent une analyse plus approfondie ainsi que la réalisation d'étude sur des échantillons plus importants.

En ce qui concerne la **morphologie des pieds**, il n'existe pas de revue de littérature **récente** recherchant une possible implication du type de pied dans la survenue d'une entorse de cheville. En effet, une seule revue de littérature datant de 2007 et traitant des caractéristiques du pied dont la posture du pied a été recensée. [76]

1.4 Intérêt de cette revue de littérature

L'**entorse de cheville** est un **enjeu de santé publique**, en effet c'est la pathologie traumatique la plus fréquente de l'appareil locomoteur avec une incidence de **6 000 cas par jour**. Cela représente, de ce fait, un **enjeu économique** majeur pour le système de la santé. La prévalence de l'entorse dans la **population jeune et sportive** est non négligeable avec pour conséquence la survenue de complications à long terme comme l'**instabilité chronique** de cheville pouvant compromettre les aptitudes physiques du sportif voire la pratique complète du sport.

L'intégrité de l'**arche médiale longitudinale** est une condition du pied indispensable à la station debout et au déroulement physiologique du cycle de la marche dans les meilleures conditions en termes d'efficacité et d'économie d'énergie. La présence d'un **pied plat** ou d'un **pied creux** entraîne donc forcément des modifications dans la biomécanique du pied lors de la marche, dans le rôle des structures musculo-tendineuses et des compensations sus-jacentes qui peuvent être à l'origine de la survenue de diverses **pathologies** du membre inférieur. Nous pouvons donc nous poser la question d'une possible implication de la posture du pied dans la survenue de l'entorse de cheville.

A l'heure actuelle, une quantité importante de **données scientifiques** sont disponibles sur l'entorse de cheville en matière de **physiopathologie**, de **diagnostic**, de **thérapeutique** mais également sur la **question étiologique** avec de nombreuses études portant sur les facteurs de risque de sa survenue. La morphologie des pieds qui fait partie des facteurs de risques intrinsèques semble être de plus en plus considérée.

L'étude des **facteurs de risque** de l'entorse de cheville chez les sportifs est indispensable pour la mise en place d'un programme de **prévention** dans le but **d'éviter la blessure**. En effet, chez les athlètes, la survenue de blessure représente une perte considérable de temps et de performance sportive.

1.5 Objectif de la revue de la littérature d'après le modèle PICO

L'objectif de cette revue est de chercher à savoir s'il existe un **lien de causalité** entre la présence d'une **morphologie des pieds** de type « pied plat » ou « pied creux » et la survenue d'une **entorse de cheville** chez les **adultes sportifs** de tous niveaux.

Pour répondre à l'objectif de cette revue et formuler la question clinique, nous utilisons le modèle PICO :

- **P**opulation : sujets sportifs de tous niveaux ;
- **I**ntervention : présence d'un pied plat ou d'un pied creux ;
- **C**omparateur : absence du facteur d'exposition donc d'un pied plat ou creux ;
- **O**utcome (critère de jugement) : survenue d'une entorse de cheville aiguë lors de la pratique sportive.

La problématique de cette revue de littérature est donc : « **La présence d'une morphologie de pied plat ou creux entraîne-t-elle une augmentation d'apparition de l'entorse de cheville chez les sportifs ?** »

2 Méthode

2.1 Critère d'éligibilité des études pour cette revue

2.1.1 Types d'études

Pour la réalisation de cette revue de littérature systématique de type étiologique, les études scientifiques les plus adaptées pour répondre à une question étiologique sont des **études de cohortes**, des **études cas-témoins** ainsi que des **études transversales**. Ce sont des études qui permettent de rechercher un lien de causalité entre une **variable dépendante** qui représente ici la survenue de l'entorse de cheville et une **variable indépendante** qui quant à elle, est la présence d'un pied plat ou d'un pied creux. Elles sont **observationnelles**.

a. Les études de cohortes ou « cohorte study » :

C'est une étude **prospective**, cela signifie que la variable dépendante est suivie dans le temps. Les sujets recrutés ne possèdent pas à t_0 la variable dépendante et ils sont séparés en deux groupes homogènes dit « **exposés** » ou « **non exposés** » à la variable indépendante.

b. Les études cas-témoin ou « case control study » :

Les sujets sont recrutés en fonction de la variable dépendante et sont classés dans deux groupes homogènes, les « **cas** » qui possèdent la variable dépendante et les « **témoins** » qui ne la possèdent pas. La variable indépendante est ensuite recherchée de manière **rétrospective** dans les deux groupes.

c. Les études transversales ou « cross selectional study » :

C'est une étude réalisée à un **instant t**. On recherche dans un groupe de sujets homogènes s'il existe une association entre la variable dépendante et indépendante. Cependant il n'y a aucune notion de temporalité.

Selon « **National Health and Medical Research Council** ⁸ (NHMRC) », les **études de cohorte prospective** constituent les études avec le plus haut niveau de preuve (niveau II) pour répondre à une question étiologique. Elles sont donc à privilégier dans la sélection pour réaliser la revue.

2.1.2 Population étudiée

Les participants sélectionnés sont des **hommes** ou des **femmes** pratiquant une **activité sportive**.

Les sujets doivent avoir un âge compris entre **15 et 50 ans**. Cette tranche d'âge est choisie afin de limiter les effets d'une posture de pied mature non-acquise qui pourrait se modifier au cours d'une étude prospective (la croissance du pied se termine entre 14-16 ans d'âge osseux [77] et la morphologie de pied semble se stabiliser dans la tranche d'âge 12-14 ans [78]).

⁸ https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2013-06/etat_des_lieux_niveau_preuve_gradation.pdf

Mais également pour limiter les effets de la vieillesse sur les structures musculo-tendineuses. Ses structures connaissent à partir d'un certain âge une diminution de leurs capacités d'adaptations à l'origine d'une augmentation du risque de blessures. Les tissus (cartilages, ligaments, tendons) deviennent plus rigides et sont donc plus exposés à la survenue de rupture. A partir de 50 ans, il existe une diminution de la force musculaire avec la perte de sa masse et la diminution nombre de motoneurones. [79] Chez la femme, la ménopause, qui apparaît généralement aux alentours de 50 ans, engendre des modifications hormonales pouvant être à l'origine, par exemple, d'ostéoporose⁹. Cette raréfaction de la masse osseuse peut entraîner une augmentation du risque de fractures.

Les sujet inclus doivent être **sportifs**, c'est-à-dire pratiquer une activité sportive quelle qu'elle soit telle que les sports collectifs ou solitaires mais également le personnel militaire pratiquant des activités physiques intenses. Nous avons décidé de ne pas être restrictif concernant le type de sport pratiqué ainsi que sur le niveau de compétence afin d'inclure le maximum d'études possibles et d'avoir une représentation la plus complète des activités sportives qui sont très nombreuses à être touchées par une prévalence importante de l'entorse de cheville quel que soit le niveau. [53]

2.1.3 Intervention

L'intervention dans cette revue correspond à la variable indépendante pour laquelle nous cherchons à déterminer l'existence d'un lien de cause à effet dans la survenue de l'entorse de cheville, défini par le terme de **facteur de risque**. Il s'agit de l'existence d'un **morphotype particulier** du pied évalué comme étant un pied plat ou un pied creux.

2.1.4 Critère de jugement

Le principal critère de jugement de cette revue est l'apparition d'une **entorse aiguë de la cheville** diagnostiquée à l'examen clinique effectué par un clinicien qualifié (médecin ou kinésithérapeute) quelle que soit sa gravité (bénigne, moyenne ou grave) durant la pratique sportive.

2.2 Méthodologie de recherche des études

2.2.1 Sources documentaires investiguées

Pour la réalisation de cette revue, plusieurs bases de données scientifiques numériques sont utilisées pour effectuer la recherche des études. Parmi les bases de données médicales :

- **PubMed** : c'est le principal moteur de recherche de données bibliographiques en ligne dans le monde en matière de biologie et de médecine. Il regroupe plus de 33 millions de références provenant de MEDLINE, de revues scientifiques et de livres en ligne.

⁹ <https://www.ameli.fr/assure/sante/themes/menopause/symptomes-diagnostic> (consulté le 15/12/2021)

- **Pedro** (Physiotherapy Evidence Database) : c'est une base de données électroniques qui contient plus de 53 000 essais cliniques, revues et recommandations sur les interventions en kinésithérapie.
- **Cochrane Library** : c'est une bibliothèque qui regroupe plusieurs bases de données avec des protocoles et revues systématiques, des essais contrôlés randomisés qui sont vérifiés et publiés régulièrement.
- **Kinedoc** : c'est une banque de données francophones de kinésithérapie.

Une dernière base de données non médicales est également sollicitée, il s'agit de **Google Scholar**. C'est un moteur de recherche Google qui permet de rechercher des articles et des publications scientifiques qui est cependant moins performant que les bases de données précédemment citées.

2.2.2 Équation de recherche

Les équations de recherche ont été réalisées grâce au modèle PICO de la question clinique. Selon les bases de données utilisées, les équations ne seront pas exactement les mêmes. Pour les construire, nous utilisons des **opérateurs booléens**, des **mots clés** ainsi que des **synonymes** de ces derniers.

Les **opérateurs booléens** utilisés sont :

- **AND** : permet d'associer les mots clés dans la recherche ;
- **OR** : permet d'inclure des synonymes dans la recherche ;
- **NOT** : permet d'exclure un mot clé de la recherche.

Les **mots clés** sont issus de la question clinique puis ils sont traduits en anglais sous la forme de termes de références dans le domaine biomédical dits termes **MeSH** (Medical Subject Headings) grâce au site internet HeTOP. Ils sont répertoriés dans le *tableau 5* suivant.

	Mots clés	Synonymes
Population	Athletes	-
Intervention	Foot posture	Foot type ; Flat foot ; Cavus foot ; Medial longitudinal arch (MLA)
Comparateur	-	-
Outcome	Ankle sprain	Foot injuries ; Lower limb injuries

Tableau 5 : Mots clés de l'équation de recherche

A partir de ses différents mots clés et en fonction des bases de données utilisées, plusieurs équations de recherches ont été réalisées afin d'arriver à celles qui donnent les meilleurs résultats :

- **PubMed** : (athletes) AND (foot posture OR foot type OR medial longitudinal arch) AND (ankle sprain OR lower limb injury) AND (association)

- **Pedro** : ankle sprain foot posture
- **Cochrane library** : ankle sprain AND foot posture
- **Kinédoc** : (entorse cheville OU blessure pied) ET (morphotype pied OU posture OU pied creux OU pied plat)
- **Google scholar** : (athletes) AND (foot posture OR foot type OR flat foot OR cavus foot OR medial longitudinal arch) AND (ankle sprain OR lower limb injuries) AND (association)

2.3 Extraction et analyse des données

2.3.1 Sélection des études

La sélection des études se déroule en plusieurs étapes successives pour faciliter au maximum la recherche dans le but que, progressivement, les articles restants répondent à l'intégralité des critères d'inclusions.

- La **première étape** de la sélection correspond à la **limitation de la date de publication**, les études publiées avant l'année 2000 sont exclues afin de ne conserver uniquement des données scientifiques récentes.
- La **lecture des titres** est la **deuxième étape** de la sélection des articles. Elle nous permet d'avoir une première idée sur le sujet traité par l'article. Les articles éliminés sont ceux qui abordent une thématique différente de celle de la revue. Les études qui traitent d'une pathologie différente de l'entorse de cheville ou des blessures traumatiques de pied sont donc exclus. Les articles en « doublons » retrouvés sur plusieurs bases de données sont également supprimés afin de n'en garder qu'une copie.
- La **troisième étape** de la sélection est la **lecture des résumés** (abstract) des études restantes. Le résumé nous permet de connaître le type, le contexte, la méthode, l'objectif, les résultats et la conclusion de l'étude. Nous allons pouvoir, grâce à ses nouvelles informations, affiner la sélection en ne gardant seulement les études qui possèdent un objectif et une population qui correspondent aux critères d'inclusions de notre revue. Tous les articles qui ne sont pas des études observationnelles de type cohorte prospective, cas-témoins ou encore études transversales sont exclus.
- La **dernière étape** correspond à la **lecture totale du texte** de l'étude pour combler un potentiel manque d'informations de l'étape précédente. Les études incluses dans la revue doivent répondre aux critères d'inclusions définis.

2.3.2 Extraction des données

Suite à la lecture du résumé, les études sélectionnées sont lues dans leurs intégralités afin de confirmer leurs inclusions dans la revue systématique, uniquement si ces dernières cochent correctement toutes les cases des critères d'inclusions et si elles possèdent toutes les données nécessaires à leurs analyses.

Pour cela, tous les éléments de la question PICO doivent être présents :

- Population : Les sujets doivent être âgés de 16 à 50 ans, sains et pratiquer une activité sportive quelle qu'elle soit et quel que soit son niveau de compétences ;
- Intervention : La morphologie des pieds des sujets doit être connue et évaluée grâce à un outil de mesure (observation visuelle, radiographie, empreintes plantaires ou mesures) puis classée dans une catégorie de « pied plat » ou de « pied creux » ou de « pied neutre » (non plat ou creux) ;
- Critère de jugement : On recherche chez les sujets l'apparition d'une entorse de cheville lors de la pratique sportive.

Les critères d'inclusion et d'exclusion des études sont présentés dans le *tableau 6* suivant :

Critères d'inclusions	Critères d'exclusions
<ul style="list-style-type: none">- Etudes de cohortes, cas-témoins et transversales- Langue française ou anglaise- Pathologie étudiée : entorse de cheville aiguë- Mesure de la morphologie des pieds- Sujets âgés de 15 à 50 ans- Sujets pratiquant une activité sportive régulière (non sédentaires)	<ul style="list-style-type: none">- Essais cliniques, revues de littérature et littérature grise- Texte intégrale non disponible- Etudes antérieures à l'année 2000- Pathologie étudiée : autres pathologies du membre inférieur ou « pathologie de la cheville »- Sujets atteints de pathologies congénitales ou neurologiques des pieds

Tableau 6 : Critère d'inclusions et d'exclusion des études incluses

Toutes les informations nécessaires aux analyses des études incluses dans la revue seront extraites. Les caractéristiques principales des études seront réunies dans un même tableau afin d'avoir une vue d'ensemble. Chaque article sera également détaillé indépendamment, en annexe, dans des tableaux présentant de manière plus précise la population, l'intervention et le critère de jugement de l'étude.

2.3.3 Évaluation de la qualité méthodologique des études sélectionnées

L'évaluation de la qualité méthodologique des études retenues est réalisée grâce à l'échelle **Newcastle-Ottawa Scale¹⁰ (NOS)** (voir *Annexes 2 et 3*). C'est une méthode d'évaluation de la **validité interne** pour les études non-randomisées de type cas/témoins, cohorte. Elle a également été adapté pour les études transversales.

¹⁰ http://www.ohri.ca/programs/clinical_epidemiology/oxford.asp (consulté le 17/12/2021)

Cette échelle juge la qualité de l'étude à travers trois grands critères grâce à un système d'étoiles :

- La sélection des groupes ;
- La comparabilité des groupes ;
- La vérification de l'exposition ou du résultat (selon le type d'étude).

Le **score final** correspond à la somme des étoiles obtenues avec un score maximal de 9 étoiles pour les études de cohorte et cas/témoin et un score maximal de 10 pour les études transversales.

L'interprétation de la qualité de l'étude en fonction de son score final est la suivante :

- **Très bonne étude** : 9 points (jusqu'à 10 points pour les études transversales)
- **Bonne étude** : 7-8 points
- **Etude satisfaisante** : 5-6 points
- **Etude non-satisfaisante** : 0-4 points

Dans les études observationnelles, différents biais importants à analyser peuvent exister :

- **Biais issus de la sélection des participants** : l'échantillon est-il représentatif de la population étudiée ?
- **Biais issus du suivi des participants (pour les études de cohorte)** : existe-t-il des sujets perdus de vue ?
- **Biais issus de la mesure du facteur de risque et du critère de jugement** : la méthode de mesure est-elle fiable, valide et identique pour tous les patients ?
- **Biais issus de variables de confusion** : existe-t-il des facteurs de confusion et si oui, ont-ils été pris en compte dans l'analyse de l'association ?
- **Biais issus des analyses statistiques ou du rapport des résultats** : les analyses statistiques sont-elles correctement réalisées ?

La notation des biais de chaque étude selon l'échelle NOS sera présentée dans des tableaux selon le type des études.

2.3.4 Méthode de synthèse des résultats

Dans cette revue de littérature étiologique, nous cherchons à savoir si le morphotype des pieds est un facteur de risque intrinsèque des sportifs dans l'apparition des entorses de cheville. L'objectif de l'analyse des résultats est de comparer la morphologie des pieds chez les sportifs présentant une entorse de cheville avec la morphologie des pieds chez les sujets sains afin de mettre en évidence un lien de cause à effet.

Pour observer la force d'une association entre deux variables, c'est-à-dire le facteur de risque et l'apparition de la maladie, différents indicateurs statistiques sont disponibles :

- **Le risque relatif (RR)** :

C'est le rapport du risque absolu du groupe exposé sur le risque absolu du groupe témoin. Le risque relatif est toujours un nombre positif compris entre 0 et l'infini.

L'interprétation du risque relatif est la suivante :

- Si **RR = 1**, pas d'effet de la variable indépendante sur la variable dépendante, **pas d'association** ;
 - Si **RR > 1**, la **variable indépendante augmente la probabilité d'apparition de la variable dépendante** ;
 - Si **RR < 1**, la **variable indépendante diminue la probabilité d'apparition de la variable dépendante**.
- Le rapport de côtes ou ODDs ratio (OR) :

L'**ODD** (ou **côte**) d'un évènement est le nombre de patients qui présente l'évènement par rapport au nombre de patients qui ne le présente pas. **Le rapport de cotes (OR)** est donc le rapport entre les deux ODDs qui représente la **variation de proportion de sujets malades par rapport aux sains**, entre groupes expérimental et témoin.

L'interprétation du rapport de côtes est la même que pour le risque relatif :

- Si **OR = 1**, **pas d'effet** de la variable indépendante sur la variable dépendante ;
- Si **OR > 1**, la **variable indépendante augmente la probabilité d'apparition de la variable dépendante** ;
- Si **OR < 1**, la **variable indépendante diminue la probabilité d'apparition de la variable dépendante**.

Ces deux indicateurs doivent être complétés par d'autres indicateurs qui permettent de vérifier :

- La **significativité statistique** avec le **P-value ou p** qui représente la probabilité que la différence observée entre deux moyennes/proportions ne soit due qu'au hasard. Son seuil est généralement défini à 0,05, c'est à dire que lorsque $p > 0,05$ le résultat du test n'est pas statistiquement significatif ;
- La **significativité clinique** avec **l'intervalle de confiance à 95% ou IC95%** qui permet de replacer le résultat de l'échantillon de l'étude sur la population générale, c'est un intervalle de données à l'intérieur duquel se trouve probablement la vérité.

Concernant les résultats des études, ils seront présentés, dans un premier temps, de manière brute tel qu'ils le sont par les auteurs avec le calcul des différents indicateurs statistiques lorsqu'ils sont manquants et que les données disponibles le permettent. Puis, dans un second temps, ils seront analysés.

3 Résultats

3.1 Description des études

3.1.1 Les résultats des recherches

La recherche d'articles a débuté en novembre 2021 et s'est terminée en février 2022.

- 1^{ère} étape : **Identification**

Grâce aux équations de recherches détaillées dans la partie 2.2 *Méthode de recherche des études*, 197 études ont été trouvées sur **PubMed**, 41 sur **Cochrane Library**, 9 sur **Kinédoc** et seulement 1 sur **Pedro**. Concernant la base de données **Google Scholar**, l'équation de recherche a recensé 3030 résultats après application de filtre (article de revue et période spécifique 2000-2022), par conséquent seulement les cinq premières pages ont été investiguées avec 50 références analysées.

Au total, **298 études** ont été identifiées dans les bases de données.

- 2^{ème} étape : **Sélection**

Lors de cette étape de sélection, 25 études publiées avant l'année 2000 ont été exclues. Ensuite, la lecture des titres a permis la suppression des références jugées hors-sujets avec une thématique qui ne répondait pas à notre question de recherche. Au total, 255 études jugées hors sujet ou étant présentes en doublons ont été exclues et 18 références ont donc été sélectionné pour les prochaines étapes.

- 3^{ème} étape : **Eligibilité**

L'éligibilité des études aux critères d'inclusions/exclusions de la revue de littérature a été vérifiée suite à la lecture des abstracts. Si l'étude semblait répondre aux critères tels que le schéma d'étude, la population ou encore l'objectif, elle était alors lue dans son intégralité pour la confirmation de son inclusion, sinon elle était exclue. Suite à la lecture intégrale, d'autres informations nécessaires à l'inclusion finale ont pu être vérifiées comme la méthodologie de l'étude et les résultats détaillés. Parmi les 18 références vérifiées, 5 études étaient éligibles à la revue et 13 références ont été exclues.

- 4^{ème} étape : **Inclusion**

En définitif, **5 références** ont été incluses dans la revue de littérature.

Le processus de sélection des études est retracé dans le **diagramme de flux** ci-dessous (*Figure 9*).

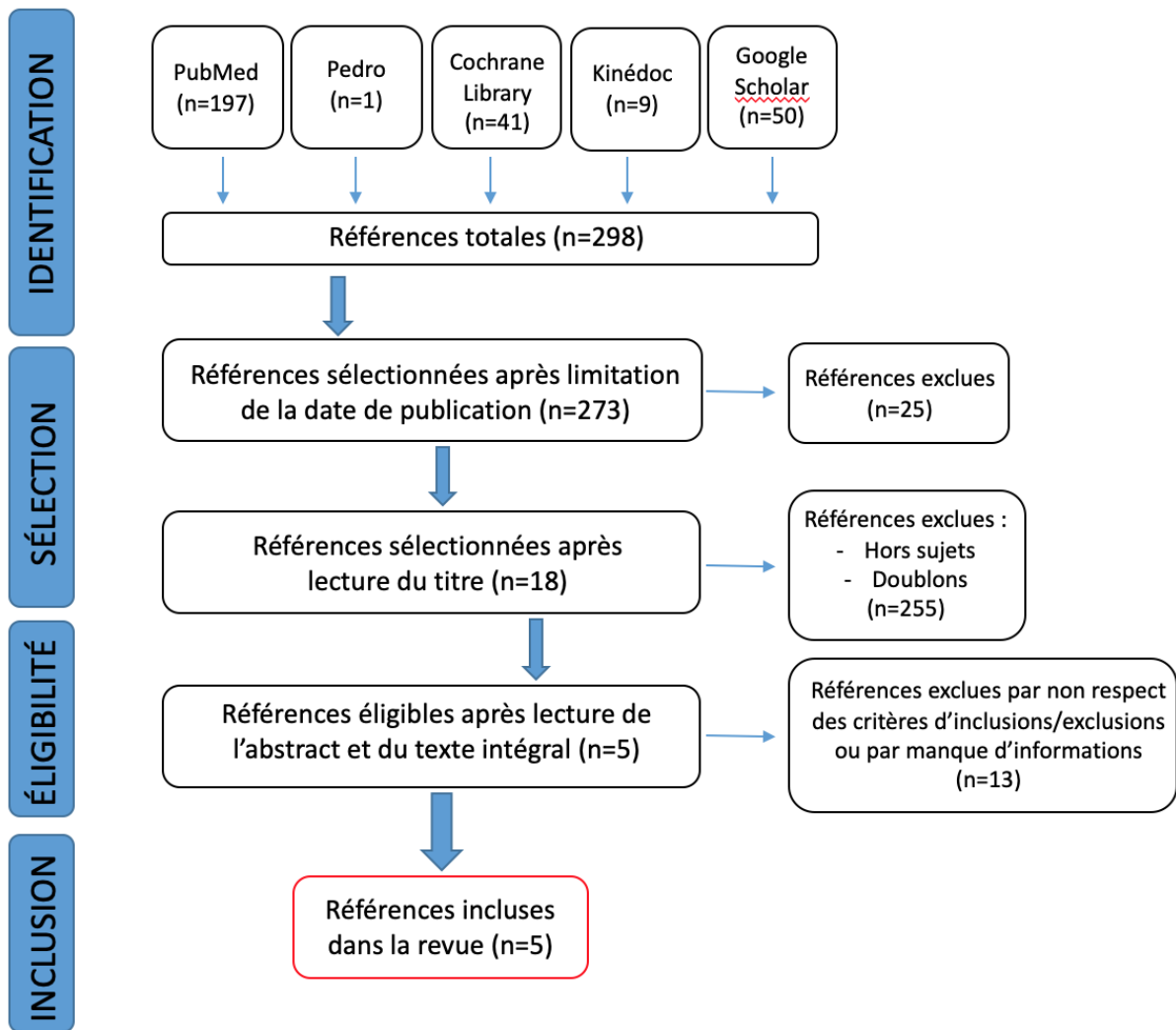


Figure 9 : Diagramme de flux

3.1.2 Les études exclues

Les différentes **raisons** pour lesquelles les références (n=13) sont exclues lors des deux dernières étapes de sélection, c'est-à-dire lors de la lecture des résumés et des textes intégraux, sont répertoriées dans le *tableau 7* suivant :

Articles		Motifs de l'exclusion
1	L. E. Cain, 2007 [49]	<i>Objectif</i> : Etude sur l'association entre le type de pied et les « blessures du pied et de la cheville » (pathologies non détaillées) + <i>Population</i> : Age inférieur à 15 ans
2	J. Windsor, 2021 [80]	<i>Objectif</i> : Etude sur l'association entre le type du pied et la douleur de hanche, genou, cheville/pied
3	Z. Nakhaee, 2008 [81]	<i>Objectif</i> : Etude sur l'association entre la hauteur de l'arche plantaire et les « blessures du pied et de la cheville » (pathologies non détaillées)
4	J. C. Levy, 2006 [82]	<i>Objectif</i> : Etude sur l'association entre le type de pied et les « blessures de la cheville » (pathologies non détaillées)
5	J. M. Molloy, 2016 [83]	<i>Type d'étude</i> : Revue de littérature sur les facteurs de risque des blessures liés à la course
6	B. S. Neal, 2014 [48]	<i>Type d'étude</i> : Revue de littérature sur le type de pied comme facteur de risque des blessures de surutilisation des membres inférieurs
7	M. Psaila, 2017 [84]	<i>Objectif</i> : Etude sur les facteurs de risque des blessures des membres inférieurs dont les « blessures de la cheville » (pathologies non détaillées)
8	K. E. Morrison, 2007 [76]	<i>Type d'étude</i> : Revue de littérature sur l'association entre les caractéristiques du pied et l'entorse de cheville/instabilité chronique de cheville
9	H. Rice, 2013 [85]	<i>Objectif</i> : Etude sur l'association entre la pression plantaire et la survenue des entorses de cheville
10	J. D. Michelson, 2002 [86]	<i>Population</i> : Pas d'indication sur l'âge des participants + <i>Résultats</i> : Manque d'informations pour interpréter les résultats (certaines données sur l'entorse de cheville ne sont pas présentées)
11	M. De Rémusat, 2014 [87]	<i>Type d'étude</i> : Littérature grise (mémoire étudiant)
12	D. S. Williams III, 2001 [50]	<i>Résultats</i> : Manque d'informations pour interpréter les résultats (pas de groupe contrôle = pied neutre)
13	S. A. Cherati, 2016 [88]	<i>Population</i> : Age inférieur à 15 ans

Tableau 7 : Raisons d'exclusions des études

3.1.3 Les études incluses

Les références incluses dans notre revue sont les suivantes (traduction du titre en français) :

- **S. H. Mousavi et al, 2021** [89] : « *Factors Associated With Lower Limb Injuries in Recreational Runners : A Cross-Sectional Survey Including Mental Aspects and Sleep Quality* » (« Facteurs associés aux blessures des membres inférieurs chez les coureurs récréatifs : une enquête transversale incluant les aspects mentaux et la qualité du sommeil »)
- **M. H. P. Shahi et al, 2020** [90] : « *Risk Factors Influencing the Incidence of Ankle Sprain Among Elite Football and Basketball Players : A Prospective Study* » (« Facteurs de risque influant sur l'incidence de l'entorse de la cheville chez les footballeurs et basketteurs d'élite : une étude prospective »)
- **E. Lopezosa-Reca et al, 2017** [91] : « *Is There Any Association Between Foot Posture and Lower Limb-Related Injuries in Professional Male Basketball Players? A Cross-Sectional Study* » (« Existe-t-il une association entre la posture du pied et les blessures liées aux membres inférieurs chez les basketteurs professionnels masculins ? Une étude transversale »)
- **A. D. Sman et al, 2013** [92]: « *Predictive factors for ankle syndesmosis injury in football players : A prospective study* » (« Facteurs prédictifs de la lésion de la syndesmose de la cheville chez les joueurs de football : une étude prospective »)
- **O. Mei-Dan et al, 2005** [93]: « *The Medial Longitudinal Arch as a Possible Risk Factor for Ankle Sprains : A Prospective Study in 83 Female Infantry Recruits* » (« L'arche longitudinale médiale comme facteur de risque possible d'entorse de la cheville : une étude prospective sur 83 recrues féminines de l'infanterie »)

Parmi ces études, les deux premières sont des études transversales alors que les deux dernières sont des études de cohorte. Ces dernières possèdent le plus haut niveau de preuve pour les revues étiologiques (**niveau II** selon NHMRC) contrairement aux études transversales qui possèdent quant à elles le plus bas niveau (**niveau IV** selon NHMRC).

Les principales caractéristiques de chaque référence sont présentées dans le *tableau 8* ci-dessous comportant :

- Le **nom de l'auteur**, l'**année de publication**, le **pays** ainsi que le **design** de l'étude ;
- L'**objectif** de l'étude ;
- La **population** étudiée ;
- Le **temps de suivi** des participants (rétrospectif et prospectif) ;
- Les **facteurs de risque** étudiés et leur méthode de **mesure** ;
- Les **résultats** concernant notre critère de jugement principal.

Les informations complémentaires des études incluses sont disponibles en annexe (voir *Annexes 4 à 8*).

Etude	Objectif de l'étude	Population*	Temps de suivi	Facteurs de risques étudiés	Méthode de mesure des facteurs	Résultats
<p>Mousavi et al 2021 Iran</p> <p>Etude transversale</p>	Etudier les facteurs associés aux blessures liées à la course chez les coureurs récréatifs.	<p>Course à pied n = 804 (462 hommes et 342 femmes) Âge : 27 ans IMC : 23 kg/m²</p>	Rétrospectif sur 6 mois	<p>Caractéristiques personnelles d'entraînement Aspects mentaux Qualité du sommeil Santé perçue Qualité de vie Type de voûte plantaire</p>	<p>Auto-questionnaire Examen clinique</p>	<p>Association positive significative entre le piet plat et l'entorse de cheville (p=0,004) Association positive significative entre le piet creux et l'entorse de cheville (p=0,002)</p>
<p>Shahi et al 2020 Iran</p> <p>Etude de cohorte</p>	Déterminer si des facteurs intrinsèques et tests cliniques pourraient prédire l'incidence de l'entorse latérale de cheville chez les joueurs de football et de basketball d'élite.	<p>Basket et Football n = 106 (hommes) Âge : 19,8 ± 4,5 ans Taille : 183,7 ± 10,1 cm Poids : 76,9 ± 12,8 kg</p>	Prospectif sur 1 an	<p>La posture du pied La laxité articulaire généralisée, La laxité des ligaments latéraux, L'équilibre statique et semi-dynamique, L'amplitude de mouvement de la cheville et du 1^{er} orteil.</p>	Foot Posture Index (FPI)	<p>Pas d'association significative entre le score FPI et l'entorse de cheville (p=0,862)</p>
<p>Lopezosa-Reca et al 2017 Espagne</p> <p>Etude transversale</p>	Déterminer la relation entre la posture du pied, les blessures aux membres inférieurs et la position de jeu chez les basketteurs professionnels.	<p>Basket n = 220 (hommes) Âge : 22,5 ans Taille : 195,7 cm Poids : 92,2 kg</p>	Rétrospectif sur 10 ans	<p>Type de pied Position de jeu</p>	Foot Posture Index (FPI)	<p>Pas d'association significative entre le score FPI et l'entorse de cheville (p=0,378)</p>
<p>Sman et al 2013 Australie</p> <p>Etude de cohorte</p>	Identifier les facteurs prédictifs de blessure de la syndesmose de cheville chez les joueurs de football et de rugby.	<p>Rugby et Football n = 202 (hommes) Âge : 21 ± 3,3 ans Taille : 184,6 ± 5,9 cm (non-blessés) et 182,1 ± 6,2 cm (blessés) Poids : 95,2 ± 13 kg (non-blessés) et 92,5 ± 10 kg (blessés)</p>	Prospectif sur 7 mois (pendant 2 saisons sportives)	<p>Dominance des membres inférieurs Amplitude de dorsiflexion Force isocinétique de la cheville Fatigue musculaire Triceps Sural Stabilité posturale Hauteur de saut Force et puissance des membres inférieurs Type de pied</p>	<p>Dynamomètre Tests fonctionnels (fente en charge, élévation du talon, SEBT, Triple hop test) Tapis d'essai de saut vertical Foot Posture Index</p>	<p>Pas d'association significative entre le score FPI et l'entorse de la syndesmose de cheville (p=0,72)</p>

Mei-Dan et al 2005 Israël	Déterminer si la structure de la voûte plantaire est un facteur de risque d'entorses aiguës et récurrentes de la cheville.	Recrues de la police des frontières n = 83 (femmes) Âge : 18,5 ± 1 ans Taille : 160,7 ± 5,5 cm Poids : 57 ± 8,5 kg	Prospectif sur 4 mois + rétrospectif	Type de voûte plantaire	Indice de Chippaux-Smirak	<u>Données rétrospectives</u> : Association positive significative entre les voûtes basse et l'entorse de cheville ($p < 0,05$) <u>Données prospectives</u> : Association non significative entre les type de voûte et l'entorse ($p > 0,05$)
Etude de cohorte						

*Age/taille/poids/IMC en moyenne ; n = nombre de participants

Tableau 8 : Principales caractéristiques des études incluses

3.2 Risques de biais des études incluses

3.2.1 Grille d'analyse utilisée

Le risque de biais de chaque étude est évalué grâce à l'échelle **NOS** (Newcastle-Ottawa Scale) (*Annexes 2 et 3*). En fonction du type d'étude, les items qui composent l'échelle diffèrent. La synthèse de l'analyse des différents biais des études est présentée ci-dessous dans deux tableaux distincts : un pour les études **transversales** (*Tableau 9*) et un pour les études **de cohorte** (*Tableau 10*).

ETUDES TRANSVERSALES	Sélection /5				Comparabilité /2	Critère de jugement /3		Score total /10
	Représentativité de l'échantillon	Taille de l'échantillon	Caractéristiques des sujets	Vérification de l'exposition	Comparabilité des sujets	Evaluation du critère (/2)	Test statistique	
Mousavi 2021			★		★★	★	★	5
Lopezosa-Reca 2017	★	★	★	★★	★★	★★	★	10

Tableau 9 : Qualité méthodologique des études transversales selon l'échelle Newcastle-Ottawa

ETUDES DE COHORTE	Sélection /4				Comparabilité /2	Critère de jugement /3			Score total /9
	Représentativité des exposés	Sélection des non-exposés	Vérification de l'exposition	Critère de jugement absent au début de l'étude	Comparabilité des cohortes sur 1 ou 2 facteurs	Evaluation du critère	Temps de suivi assez long pour l'apparition du critère	Adéquation du suivi des cohortes	
Shahi 2020	★	★	★		★★	★	★		7
Sman 2013	★	★	★	★	★★	★		★	8
Mei-Dan 2005	★	★	★	★	★				5

Tableau 10 : Qualité méthodologique des études de cohorte selon l'échelle Newcastle-Ottawa

3.2.2 Synthèse des biais retrouvés

Les quatre études incluses possèdent, selon l'échelle NOS, une qualité méthodologique allant de **satisfaisante à très bonne**. Les principaux biais rencontrés dans ces études sont :

- Des biais de **sélection des participants**,
- Des biais de **mesure du facteur de risque**,
- Des biais d'**évaluation du critère de jugement**.

- **Etude 1 : Mousavi et al, 2021 [89]**

Le principal biais de cette étude concerne la collecte des données rétrospectives via un questionnaire rempli par les participants eux-mêmes. La véracité des informations sur la mesure des facteurs de risques et du critère de jugement est non vérifiable.

L'échantillon a été choisi par convenance ce qui peut entraîner un biais de sélection des participants. Concernant les perdus de vue, 22 participants ont été exclus pour données incorrectes et 62 participants (7,7%) n'ont pas pu donner leur type de voûte plantaire (biais de suivi des participants). La mesure du type de voûte plantaire est réalisée par un médecin ou kinésithérapeute suivant des consignes données aux participants mais pas plus d'information sur ces consignes n'a été donné (il y a-t-il une méthode de mesure imposée ?). La mesure peut donc constituer un biais puisqu'elle est clinicien-dépendant (fiabilité et validité inconnues). De même pour la mesure du critère de jugement, le type de blessure est donné sur consultation du médecin ou kinésithérapeute sans preuve d'imagerie. On apprend dans les résultats que seulement 89% des blessures déclarées ont été diagnostiquées par un médecin ou kinésithérapeute (11% d'auto-déclarations).

- **Etude 2 : Shahi et al, 2020 [90]**

L'échantillon est composé à la fois de joueurs de basketball et de joueurs de football qui peuvent présenter des caractéristiques physiques non-homogènes et un risque de blessure lié au sport pratiqué qui diffèrent, à l'origine d'un biais de sélection des participants. La taille de l'échantillon est relativement faible (n=106) du fait d'un accès difficile aux athlètes d'élites.

Au cours de l'étude, il y a eu 16 sujets perdus de vue, cela représente 15% de perdus de vue qui peut constituer un biais de suivis des participants.

Les entorses de cheville sont déclarées par le staff médical (pas en aveugle). Les données sont complétées par des appels téléphoniques aux participants concernant leur état de santé (auto-déclarations) qui peuvent être à l'origine d'un biais de mesure du critère de jugement, aucune information sur l'utilisation de tests cliniques ou d'imageries.

- **Etude 3 : Lopezosa-Reca et al, 2017 [91]**

Le principal biais correspond au temps de rétrospection égal à 10 ans sur lequel est collecté les données du critère de jugement via les dossiers médicaux (biais possible sur les informations anciennes).

Les résultats concernant notre critère de jugement (entorse de cheville) ne sont pas présentés sous la forme de risque relatif avec leur intervalle de confiance à 95% rendant leurs interprétations plus difficiles (biais concernant la significativité clinique).

- Etude 4 : **Sman et al, 2013** [92]

Les participants ont été recrutés dans des clubs de rugby professionnels et amateurs et des clubs de football. Les participants peuvent alors avoir des différences de caractéristiques physiques (profils footballeur et rugbyman différents), de niveaux sportifs et d'intensité d'entraînement pouvant constituer un biais de sélection.

Un autre biais concerne le faible pourcentage d'entorses recensées (5,9% de l'échantillon total) qui peut être dû à la rareté d'apparition des entorses de la syndesmoche de cheville avec un temps de suivi des cohortes de seulement une saison sportive (7mois). De plus, pour la mesure du critère de jugement, c'est le staff médical qui oriente ou non le patient à passer une IRM (pas en aveugle). De ce fait, des lésions ont pu passer au travers lors de l'examen clinique.

- Etude 5 : **Mei-Dan et al, 2005** [93]

La taille de l'échantillon de l'étude est de 83 participants, ce qui constitue le plus petit échantillon sur les 5 études incluses. Concernant les données prospectives, il y a 18 perdus de vue dû à l'abandon des recrues lors de la formation menant à 65 le nombre de participants, cela représente 21,7% de perdus de vue qui constitue un biais important de suivis des participants. De plus, le temps de suivi de l'étude est court (4 mois).

Aucune information sur la méthode d'évaluation du critère de jugement (entorse) n'est donnée, la validité et fiabilité de la mesure sont donc inconnues (biais potentiel).

Dans la présentation des résultats, une recherche d'association entre le type de voûte et les entorses survenues sur le pied droit uniquement a été réalisée puisqu'il y a, selon les auteurs, un pourcentage d'entorses plus important sur le pied droit que le gauche. De plus, les intervalles de confiance à 95% ne sont pas présentés (biais concernant la significativité clinique).

3.3 Effet de l'intervention

Les résultats de chaque étude sont décrits séparément ci-dessous. Les résultats sont **statistiquement significatifs** lorsque **p<0,05**.

3.3.1 Etude 1 : **Mousavi et al, 2021** [89]

Le questionnaire a été rempli par 826 **coureurs récréatifs**, cependant 22 participants ont été exclus en raison de données incorrectes (ex : ne répondaient pas aux critères d'éligibilité). Les données totales de **804 questionnaires** ont été analysées.

La mesure du type de pied (*Figure 10*) a pu être réalisée chez **742 participants**, en effet **62 (7,7% de données manques)** ont déclaré ne **pas connaître** leur type de pied. Les coureurs ont été répartis dans 3 catégories avec :

- **131 (16,3%) pieds plats** ;
- **47 (5,8%) pieds creux** ;
- 67 (70,1%) pied dit « normal ».

Sur les 804 coureurs, **516 blessures** liées à la course ont été signalées au total. Parmi ces blessures, environ 89 % ont été diagnostiquées par un médecin ou un physiothérapeute.

Sur les 516 blessures, **35 (6,8%)** étaient des **entorses de la cheville** (21 chez les femmes et 14 chez les hommes).

D'après les résultats de l'analyse de régression logistique univariée (*Figure 10*) recherchant une association entre les différentes variables (facteurs de risques) étudiées chez les coureurs blessés et non-blessés, concernant le type de pied :

Variable	OR (95% CI)	P
Foot type		
Normal ^R	Reference	
Pes planus	2.12 (1.42-3.17)	<0.001*
Pes cavus	2.92 (1.48-5.74)	0.002*

Figure 10 : Résultats de l'analyse de régression logistique univariée du type de pied chez les coureurs blessés VS non-blessés [89]

Le pied plat semble augmenter l'apparition des blessures liées à la course avec un **OR>1 (IC95% = 1,42-3,12)** et un **p<0,001**

Le pied creux semble augmenter l'apparition des blessures liées à la course avec un **OR>1 (IC95% = 1,48-5,74)** et un **p=0,002**

D'après les résultats de l'analyse de régression logistique multivariée (*Figure 11*) recherchant une association entre le type de pied et la survenue de l'entorse de cheville :

Injury Variables	Injured runners	PFPS	MTSS	Thigh strain	Meniscus injuries	ITBS	AT	Ankle sprain	PF	PT
Obsessive passion	1.35 (1.18-1.54), p < 0.001	1.50 (1.24-1.81), p < 0.001	1.33 (1.08-1.63), p = 0.008			1.31 (1.01-1.71), p = 0.047	2.93 (2.00-4.30), p < 0.001		1.67 (1.12-2.50), p = 0.012	1.76 (1.24-2.50), p = 0.002
Motivation to exercise (BREQ-2)	1.09 (1.03-1.15), p = 0.003	1.11 (1.01-1.21), p = 0.030		1.18 (1.04-1.34), p = 0.011		1.43 (1.19-1.71), p < 0.001		1.30 (1.09-1.56), p = 0.003		
Sleep quality	1.23 (1.15-1.31), p < 0.001	1.14 (1.02-1.27), p = 0.022	1.19 (1.07-1.33), p = 0.002	1.21 (1.05-1.38), p = 0.008		1.23 (1.06-1.43), p = 0.006	1.58 (1.29-1.93), p < 0.001	1.27 (1.06-1.54), p = 0.012	1.39 (1.07-1.79), p = 0.012	1.24 (1.01-1.53), p = 0.049
Perceived health (RAND 36)	0.96 (0.94-0.97), p < 0.001	0.96 (0.93-0.98), p = 0.001	0.95 (0.93-0.98), p < 0.001	0.95 (0.92-0.98), p = 0.001	0.92 (0.89-0.95), p < 0.001	0.93 (0.89-0.97), p < 0.001	0.95 (0.91-0.98), p = 0.004	0.94 (0.91-0.98), p = 0.002		
Over 20 km/week	1.58 (1.04-2.42), p = 0.034	2.18 (1.10-4.33), p = 0.025				3.22 (1.10-9.37), p = 0.032		3.01 (1.03-8.80), p = 0.045	12.65 (2.55-62.73), p = 0.002	
2-5 years' experience									7.88 (1.82-34.11), p = 0.006	
Over 5 years' experience									10.79 (2.15-54.23), p = 0.004	
Pes planus	1.80 (1.12-2.88), p = 0.016	1.81 (1.02-3.85), p = 0.045			3.16 (1.32-7.54), p = 0.010		4.34 (1.55-12.18), p = 0.005	4.31 (1.59-11.70), p = 0.004	43.31 (10.63-176.45), p < 0.001	
Pes cavus		4.06 (1.46-11.25), p = 0.007	3.91 (1.21-12.63), p = 0.023		3.06 (0.84-11.14), p = 0.090			11.02 (2.44-49.77), p = 0.002		
Hard surface	1.37 (1.17-1.59), p < 0.001	1.42 (1.11-1.81), p = 0.005	1.68 (1.31-2.15), p < 0.001		1.45 (1.07-1.96), p = 0.017	1.43 (1.00-2.03), p = 0.049				
Running company	1.65 (1.16-2.35), p = 0.005	2.16 (1.26-3.72), p = 0.005	2.27 (1.28-4.04), p = 0.005							
Training program	1.51 (1.09-2.10), p = 0.014		2.73 (1.52-4.89), p = 0.001	2.48 (1.24-4.99), p = 0.011	3.43 (1.53-7.65), p = 0.003				0.18 (0.04-0.76), p = 0.020	
Other sports					3.37 (1.13-10.07), p = 0.030					
Special insole										4.92 (1.61-15.0), p = 0.005
Special shoes				3.43 (1.32-8.87), p = 0.011						
Warm up								0.20 (0.05-0.81), p = 0.024		
Nagelkerke R ² (%)	30	29	30	20	28	30	50	43	57	22
Classification accuracy (%)	71	81	82	90	92	92	95	95	99	95

* Odds ratio (95% CI) for categorical variables compared to the references specified in Table 3. PFPS patellofemoral pain syndrome, MTSS medial tibial stress syndrome, ITBS iliotibial band syndrome, AT Achilles tendon injuries, PF plantar fasciitis, PT patellar tendinopathy.

Figure 11 : Résultats de l'analyse de régression logistique multivariée pour les différents types de blessures [89]

→ Une association entre le **pied plat** et l'entorse de cheville a été trouvée avec **OR = 4,31** pour un **intervalle de confiance à 95% = 1,59-11,70** et un **p=0,004**.

→ Une association entre le **pied creux** et l'entorse de cheville a été trouvée avec **OR = 11,02** pour un **intervalle de confiance à 95% = 2,44-49,77** et un **p=0,002**.

3.3.2 Etude 2: *Shahi et al, 2020* [90]

Au total, pour la réalisation de l'étude, **106 participants** ont été recrutés dont :

- **48** sont des joueurs de **basket-ball**,
- **58** sont des joueurs de **football**.

La mesure du type de pied grâce au Foot Posture Index indique chez les participants un **score FPI moyen égale à 5,1** pour le pied droit et égale à **5,2** pour le pied gauche.

Au cours d'un an de suivi, **16 participants** ont été **exclus** de l'étude en raison d'autres blessures (7 personnes) ou d'un échec du suivi (9 personnes).

L'incidence des **entorses de cheville** a été plus fréquente chez les joueurs de **basketball (44%)** contrairement aux joueurs de **football (19%)** (avec un $p=0,01$).

D'après les résultats de l'étude (*Figure 12*) :

Proposed Factor	Odds Ratio	P	95% CI
History of acute ankle sprain	6.00	.001 ^a	2.11-17.07
History of recurrent ankle sprain	8.75	.0001 ^a	2.77-27.65
Sport discipline (football/basketball)	0.39	.024 ^a	0.17-0.89
Age (each 5 years increase)	1.51	.039 ^a	1.02-2.25
Height (each 5 cm increase)	1.17	.082 ^b	0.98-1.41
Weight	1.01	.311	0.98-1.04
Dominant leg	1.63	.240	0.72-3.65
FPI	0.98	.862	0.86-1.13
Beighton score	0.93	.609	0.71-1.21
Ankle plantar flexion	0.99	.771	0.93-1.05
Ankle dorsiflexion	0.99	.870	0.9-1.09
First MTP dorsiflexion	1.00	.79	0.96-1.04
Positive ADT	1.71	.23	0.71-4.16
Positive talar tilt test	1.12	.841	0.35-3.36
Positive single-leg balance test	1.52	.157	0.84-2.75
Impaired SEBT	1.62	.717	0.11-22.02

Figure 12 : Effet des différents facteurs sur la probabilité d'augmenter l'apparition d'entorse de cheville [90]

→ Concernant les scores FPI, on obtient un **OR = 0,98** avec un **intervalle de confiance à 95% = 0,86-1,13** et un **p=0,862** qui n'est pas en faveur d'une association positive et statistiquement significative entre le type de pied (FPI) et l'entorse latérale de cheville.

3.3.3 Etude 3 : E. Lopezosa-Reca et al, 2017 [91]

Au total, les données de **220 basketteurs** ont été récoltées et analysées.

Le **score Foot Posture Index (FPI)** moyen de tous les joueurs était égal à **2.66 ± 3.14**, indiquant que le score FPI s'étendait de la normale à la supination (=pied normal à creux).

D'après les résultats de l'étude (*Figure 13*) :

	FPI Score			Total per Type of Injuries	P
	FPI < 0 (Supinated Feet)	FPI 0 to 5 (Neutral Feet)	FPI 6 to 12 (Pronated Feet)		
Lateral ankle sprain					
No. cases	39	132	43	214	0.378
% within ankle sprain	18.2	61.7	20.1		
% within foot type	31.7	40.1	37.1		
Total injuries per foot posture					
No. cases	123	329	116	568	
% of injuries/type of FPI	21.6	57.9	20.4		

Figure 13 : Détails des blessures et entorses latérales de cheville selon le type de pied [91]

Un total de **568 blessures** a été enregistrées dont **214 (37,7%)** étaient des **entorses latérales de cheville** avec :

- **39 cas** chez les pieds **creux** (supinés),
- **132 cas** chez les pieds **neutres**,
- **43 cas** chez les pieds **plats** (pronés).

Concernant la totalité des blessures aux membres inférieurs récoltées, ce sont les pieds creux qui présentaient la plus grande prévalence de blessures (3 blessures recensées par pied creux), suivis des pieds plats (2,7 blessures par pied plat) et enfin des pieds neutres (1,68 blessures par pied neutre).

D'après les résultats de l'étude :

- Chez les **pieds creux**, **31.7%** ont eu une entorse de cheville ;
- Chez les **pieds neutres**, **40.1%** ont eu une entorse de cheville ;
- Chez les **pieds plats**, **37.1%** ont eu une entorse de cheville.

→ Concernant le pied plat, on obtient un **RR = 0,93** qui n'est pas en faveur d'une association positive entre le pied plat et l'entorse de cheville.

→ Concernant le pied creux, on obtient un **RR = 0,79** qui n'est pas en faveur d'une association positive entre le pied creux et l'entorse de cheville.

Aucune association statistiquement significative entre l'entorse latérale de la cheville et le score FPI n'a été trouvée → **p=0,378**

3.3.4 Etude 4 : Sman et al, 2013 [92]

Au total, les données de **202 joueurs de rugby et football** ont été récoltées et analysées.

Au cours du suivi, **12 participants (5,9 %)** ont subi une **lésion de syndesmose de la cheville** confirmée par IRM. Parmi ces 12 participants, 6 avaient des antécédents d'entorse de la cheville et 2 ont signalé une blessure antérieure à la syndesmose de la cheville.

D'après les résultats de l'étude (Figure 14) :

Variables		Group		p-Value
Previous ankle sprain ^a	Yes:no	U	137:53	0.10
		I	6:6	
Previous lower body injury	Yes:no	U	134:56	0.74
		I	9:3	
Position played	Forward:back	U	102:88	0.42
		I	5:7	
Weight bearing lunge (cm)	Mean (SD)	U	38.9 (3.3)	0.73
		I	38.5 (2.9)	
Vertical jump (cm) ^a	Mean (SD)	U	59.1 (7.8)	0.05
		I	63.6 (8.2)	
Star Excursion Balance test (cm)	Mean (SD)	U	77.9 (6.1)	0.14
		I	80.5 (5.2)	
Triple hop balance – left ^a	Pass:fail	U	124:66	0.63
		I	7:5	
Triple hop balance – right	Pass:fail	U	130:60	0.90
		I	8:4	
Foot posture index (-12 to +12)	Mean (SD)	U	3.3 (2.5)	0.72
		I	3.6 (2.1)	
Strength E:l – left ^b	Mean (SD)	U	1.09 (0.3)	0.61
		I	1.05 (0.3)	
Strength E:l – right	Mean (SD)	U	1.01 (0.3)	0.41
		I	0.95 (0.4)	
Heel rise test (no. of lifts)	Mean (SD)	U	19.9 (8.2)	0.54
		I	22.4 (10.3)	

E:I, eversion to inversion ratio.

I, injured group, sustained an ankle syndesmosis injury during follow-up.

U, uninjured group, did not sustain an ankle syndesmosis injury during follow-up.

^a Variable entered into the multiple regression model.

^b One participant had highly variable results between trials for the left leg inconsistent with strength on the other leg, therefore, chose to include the 2nd best trial for the left leg in the analysis.

Figure 14 : Potentielles variables prédictives VS présence/absence de blessure de la syndesmose de cheville [92]

Les scores FPI possèdent des intervalles de confiance classant le pied des joueurs dans la catégorie pied neutre dans les deux groupes, blessés et non-blessés :

- Chez les **blessés** (n=12), le **score FPI** moyen est égal à **3,6** (écart-type=**2,1**) avec un **intervalle de confiance à 95% = 2,27-4,43** ;
- Chez les **non-blessés** (n=190), le **score FPI** moyen est égal à **3,3** (écart-type=**2,5**) avec un **intervalle de confiance à 95% = 2,94-3,66**.

Aucune association statistiquement significative entre la présence/absence de lésion de la syndesmose de cheville et le score FPI n'a été trouvée → **p=0,72**

De ce fait, le score FPI n'a pas été analysé dans le modèle de régression (car p>0,20).

3.3.5 Etude 5 : Mei-Dan et al, 2005 [93]

Sur les 83 participantes à la formation de base (police des frontières) :

- 2 sujets ont été exclus pour manque de données : les **données rétrospectives** ont donc été collectées et analysées pour **81 recrues**,
- 16 sujets ont quitté la formation de base : les **données prospectives** ont donc été collectées et analysées pour **65 recrues**.

- Résultats des **données rétrospectives** :

L'analyse a indiqué que le groupe de la **voûte plantaire basse** avait une occurrence de **31,8 %** d'entorses de la cheville par rapport à **12,1 %** dans le groupe de la **voûte plantaire normale** :

→ Ce qui nous donne un **RR = 2,6** avec **p>0,05** en faveur d'une association entre les voûtes basses et l'entorse de cheville mais **sans significativité statistique**.

Concernant le **pied droit uniquement** (selon les auteurs, il y avait considérablement moins d'entorses de la cheville dans le pied gauche que dans le droit) (*Figure 15*), les résultats ont montré :

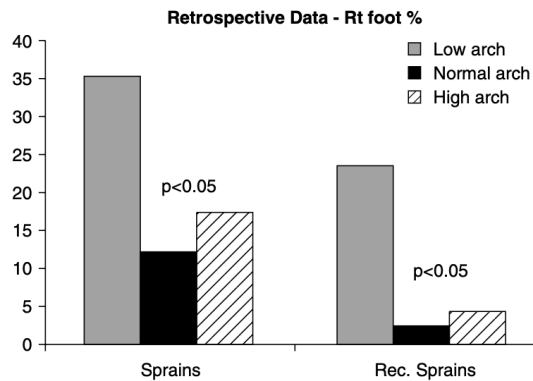


Figure 15 : Données rétrospectives : pourcentage d'entorses de cheville et des répétitions d'entorses selon le type de pied (pied droit uniquement) [93]

- **35,3 %** d'entorses de cheville dans le groupe des voûtes plantaires **basses**,
- **12,2 %** d'entorses de cheville dans le groupe des voûtes plantaires **normales**,
- **17,4 %** d'entorses de cheville dans le groupe des voûtes plantaires **hautes**.

→ Ce qui nous donne un **RR = 2,9** avec un **p<0,05** en faveur d'une association entre les entorses de cheville et les voûtes plantaires basses.

- Résultats des **données prospectives** :

Sur 65 soldats ayant terminés la formation de base, **27 (42%)** ont eu une **entorse de la cheville** au moins une fois au cours de la formation de base et 10 (15,4%) ont eu une entorse à répétition.

Les résultats ont montré (*Figure 16*) :

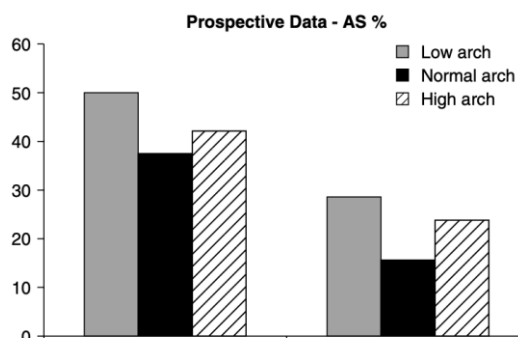


Figure 16 : Données prospectives : pourcentage d'entorses de cheville et des répétitions d'entorses selon le type de pied [93]

- **50 %** d'entorses de cheville dans le groupe des voûtes plantaires **basses**,
- **36 %** d'entorses de cheville dans le groupe des voûtes plantaires **normales**,
- **42 %** d'entorses de cheville dans le groupe des voûtes plantaires **hautes**.

→ Ce qui nous donne un **RR = 1,33** avec un **p>0,05** en faveur d'une faible association entre les voûtes basses et l'entorse de cheville mais **sans significativité statistique**.

Concernant le **pied droit uniquement**, les résultats similaires aux résultats rétrospectifs ont montré :

- **28 %** d'entorses de cheville dans le groupe des voûtes plantaires **basses**,
- **15 %** d'entorses de cheville dans le groupe des voûtes plantaires **normales**,
- **23 %** d'entorses de cheville dans le groupe des voûtes plantaires **hautes**.

→ Ce qui nous donne un **RR = 1,83** avec un **p>0,05** en faveur d'une faible association entre les voûtes basses et l'entorse de cheville mais **sans significativité statistique**.

4 Discussion

4.1 Analyse des principaux résultats

L'objectif de cette revue de littérature est de dresser l'état des lieux de la littérature scientifique sur la question d'une possible association causale entre la morphologie des pieds et la survenue de l'entorse de cheville dans la population des sportifs. Les revues étiologiques recherchent des facteurs de risque de diverses pathologies afin de les maîtriser au mieux, d'autant plus quand ces facteurs sont modifiables, pour diminuer l'incidence de ces pathologies.

En tant que professionnel de santé, détecter et mettre en évidence des facteurs de risque peut nous permettre, par la suite, de développer un programme de prévention dans les populations de sportif susceptibles de souffrir d'entorse de la cheville.

Afin d'analyser les études incluses dans la revue, nous reviendrons sur les différents éléments du modèle PICO, c'est-à-dire sur la population, l'intervention et les résultats concernant notre critère de jugement.

4.1.1 Analyse de la population

À la suite des critères d'inclusions définis de la revue, les échantillons des études incluses sont constitués par des sujets exerçant une **activité sportive** régulière à un niveau **amateur** ou **professionnel** et âgée de **15 à 50 ans**. Néanmoins, les critères de sélections diffèrent d'une étude à l'autre.

Les populations recrutées dans les études observationnelles ne sont pas toutes comparables entre elles en tous points, malgré des critères d'inclusions respectés. En effet, les sports pratiqués par les participants ne sont pas les mêmes d'une étude à l'autre avec la **course à pied** (*Mousavi et al* [89]), le **football** (*Shahi et al* [90], *Sman et al* [92]), le **basketball** (*Shahi et al* [90], *Lopezosa-Reca et al* [91]), le **rugby** (*Sman et al* [92]) et la **formation de la police des frontières** (*Mei-Dan et al* [93]).

L'intensité des programmes sportifs peuvent donc différencier d'un sport à l'autre. Le **type de sport** pratiqué est considéré comme le principal facteur de risque extrinsèque de l'entorse de cheville. [54] Dans les études de *Shahi et al* [90] et *Sman et al* [92], l'échantillon est composé respectivement de joueurs de basketball et football ainsi que de joueurs de rugby et football. L'échantillon n'est pas homogène et le type de sport peut être considéré comme une variable de confusion puisque le risque d'entorse de cheville pourrait être plus grand selon le sport pratiqué. C'est le cas pour *Shahi et al* [90] qui dénombrent une incidence d'entorses de 44% chez les basketteurs pour seulement 19% chez les footballeurs.

Concernant le sexe des échantillons, trois études étaient composées en intégralité d'athlètes **masculins**, une étude de recrues **féminines** et une dernière étude était quant à elle **mixte**. Cependant d'après de nombreuses études [54], le sexe ne semble pas être un facteur de risque de l'entorse et de

ce fait il n'agit pas comme un facteur de confusion. L'inclusion d'un échantillon mixte semble plus représentatif de la population générale sportive que l'on cherche à étudier dans cette revue.

La taille des échantillons des études de *Shahi et al* [90] ainsi que *Mei-Dan et al* [93] sont faibles (n=106 et n=83 respectivement). Cela rend les résultats difficilement généralisables à la population qu'ils représentent.

Dans toutes les études, les participants exposés, possédant une morphologie de pied plat ou creux, sont issus du même échantillon que les participants non exposés, possédant une morphologie de pied neutre.

4.1.2 Analyse de l'intervention

Toutes nos études incluses cherchent à déterminer l'implication de différentes variables en tant que facteurs de risques de l'entorse de cheville. Dans notre revue, c'est la morphologie des pieds qui nous intéresse, en effet, chaque étude a comme point commun de rechercher son association avec l'entorse de cheville. Cependant, excepté l'étude de *Mei-Dan et al* [93] qui n'évalue pas d'autres variables, les autres auteurs analysent aussi l'implication potentielle d'autres facteurs dans la survenue des entorses tels que :

- Les propriétés musculo-squelettiques et les antécédents d'entorses pour *Shahi et al* [90] et *Sman et al* [92] ;
- Les caractéristiques personnelles d'entraînement, les caractéristiques mentales, la qualité de sommeil, de vie et de santé perçue pour *Mousavi et al* [89] ;
- La position de jeu pour *Lopezosa-Reca et al* [91].

On observe donc que pour certaines études, la recherche de la morphologie des pieds en tant que facteur de risque n'était pas leur objectif principal mais plutôt le secondaire.

Le type de pied ou de voûte plantaire est analysé dans chaque étude par des méthodes de mesures différentes possédant une fiabilité et une validité qui varient selon les techniques.

Dans les études de *Shahi et al* [90], *Lopezosa-Reca et al* [91] et *Sman et al* [92], la posture du pied a été évaluée par le « **Foot Posture Index (FPI)** ». Pour rappel, c'est un outil de diagnostic clinique qui permet de classer le pied dans trois catégories : pronation, supination ou neutre. Grâce à un examen clinique recherchant la mesure de six caractéristiques particulières de la posture de pied et la notation de ces dernières, un score final de -12 à +12 est obtenu et le pied est classé dans une des trois catégories. Selon des études, c'est un instrument clinique valide et sa fiabilité est notée de passable à excellente. [28] [29] [30]

Dans l'étude de *Mei-Dan et al* [93], le type de voûte plantaire a été mesuré par le « **Chippaux-Smirak index** » à partir des **empreintes plantaires** des participants prélevées sur un appareil « **Harris Mat** ». Pour rappel, l'indice de Chippaux-Smirak est le rapport entre la partie la plus étroite du médio-pied (ligne B) et la partie la plus large de l'avant-pied entre les têtes des premier et cinquième métatarsiens (ligne A) (voir *figure 17*). Selon l'indice obtenu, le sujet est classé dans une des trois catégories : voûte

plantaire basse, normale ou haute. Cette technique de mesure possède une excellente fiabilité [26] et une validité étudiée seulement pour les pieds plats [27]

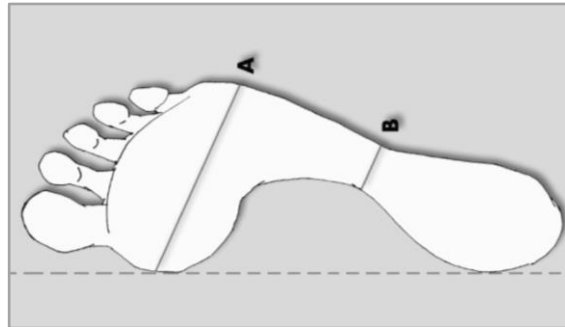


Figure 17 : Représentation de la mesure du type de voûte plantaire par le « Chippaux-Smirak Index » [93]

Quant à l'étude de **Mousavi et al** [89], le type de pied a été évalué par un **médecin** ou **kinésithérapeute** par **examen clinique**. Aucune information sur la technique de mesure utilisée n'a été donnée, ce qui implique que chaque participant a pu être évalué de manière différente avec un résultat clinicien-dépendant ainsi qu'une validité et une fiabilité non vérifiable incombant une faible crédibilité aux résultats obtenus.

Il n'existe à l'heure actuelle, aucune méthode de mesure standardisée et unique pour déterminer la morphologie du pied. En effet, selon une étude qui recherche la technique la plus fiable et efficace pour déterminer la hauteur de l'arche médiale longitudinale parmi des mesures linéaires et des mesures réalisées sur la base des empreintes plantaires. Il semblerait que la mesure de la hauteur du naviculaire ou de la hauteur du naviculaire normalisée (c'est-à-dire divisé par la longueur du pied) serait la méthode la plus adaptée pour évaluer la posture du pied. Une technique standardisée permettrait une meilleure coopération entre les médecins et les chercheurs ainsi qu'une comparaison plus facile entre les études publiées afin de conclure les effets de la hauteur de la voûte plantaire en tant que facteur de risque de diverses pathologies du pied et de la cheville. [26]

4.1.3 Analyse du critère de jugement

Pour rappel, le critère de jugement de notre revue correspond à l'apparition d'une **entorse aigüe de la cheville** lors de la pratique d'une activité sportive. Il englobe donc toutes les entorses de cheville au sens large, incluant les 3 type d'entorses : latérales (la plus fréquente), médiales et de la syndesmose (entorse haute).

Les études incluses ont pour critère de jugement :

- Les blessures liées à la course à pied (dont les entorses de cheville) pour **Mousavi et al** [89] ;
- Les entorses latérales de cheville pour **Shahi et al** [90] ;
- Les blessures des membres inférieurs (dont les entorses latérales de cheville) pour **Lopezosa-Reca et al** [91] ;
- Les lésions ou entorses de la syndesmose de cheville pour **Sman et al** [92] ;
- Les entorses aigües et récurrentes de la cheville pour **Mei-Dan et al** [93].

De ce fait, *Shahi et al* et *Lopezosa-Reca et al* ont recherché les **entorses de cheville latérales** uniquement, *Sman et al* a étudié les **entorses de la syndesmose** et les deux derniers auteurs, *Mousavi et al* et *Mei-Dan et al* ont recherché les **entorses de cheville** de manière générale.

Nous pouvons noter que les résultats obtenus à l'étude de *Sman et al* [92] seront difficilement comparables aux autres études puisque l'entorse de la syndesmose est une blessure d'apparition rare comparée à l'entorse latérale de cheville. Elle représente 1% à 24,6% des entorses de cheville et elle est très souvent sous-diagnostiquée. [8] [94]

Seulement trois des études (*Mousavi et al* [89], *Lopezosa-Reca et al* [91] et *Sman et al* [92]) donnent une définition similaire de leur critère de jugement « blessure » ou « blessure à la cheville ». Il est caractérisé par une douleur musculosquelettique/un accident/une blessure de surmenage apparus lors d'un entraînement ou d'une compétition du sport pratiqué entraînant le manquement d'au moins 1 séance d'entraînement ou match/un arrêt de 7 jours ou 3 séances manqués/la consultation d'un médecin ou professionnel de santé.

La mesure du critère de jugement, c'est-à-dire le diagnostic de la présence d'une entorse aigüe de cheville, repose pour la plupart des études sur l'**examen clinique** réalisé par un **médecin** (personnel ou de l'équipe sportive) ou un **kinésithérapeute**. C'est une méthode d'évaluation qui semble **valide** et **fiable** [64], d'autant plus qu'aucun grade spécifique d'entorse n'était ciblé dans la revue (classification des entorses selon leur grade non nécessaire). Cependant, la réalisation d'examens complémentaires tels que des tests cliniques et des imageries (IRM, échographies) permettent d'augmenter la validité des résultats en évitant des erreurs de diagnostics qui peuvent venir fausser les données récoltées.

Pour compléter l'examen clinique, *Sman et al* [92] ont référé les joueurs suspectés de souffrir d'une lésion de syndesmose à une **imagerie par résonance magnétique** (IRM) alors que *Shahi et al* [90] ont également contacté les joueurs tous les mois pour évaluer leur état de santé afin de ne passer au travers d'aucune blessure. *Lopezosa-Reca et al* [91] se sont, quant à eux, basés sur les dossiers médicaux des participants contenant les résultats de **tests cliniques** et d'**imageries**. Dans l'étude de *Mousavi et al* [89], 93% des blessures ont été diagnostiquées par un médecin, les 7% restant proviennent donc d'auto-déclarations des participants qui n'est pas une mesure fiable et valide.

Seule l'étude de *Mei-Dan et al* [93] n'a fourni aucune information concernant l'évaluation de l'entorse de cheville.

Les temps de suivis prospectifs des études de cohorte allaient de 4 mois à 1 an et les temps de suivis rétrospectifs des études transversales allaient de 6 mois à 10 ans.

4.1.4 Analyse des résultats

Des discordances apparaissent dans les résultats des 5 études incluses dans la revue. La présence d'une association statistiquement significative entre la morphologie des pieds plats et creux et l'apparition d'entorses de la cheville a été trouvée dans seulement deux des études alors que les autres ne trouvent pas de relation.

Dans un premier temps, **Mousavi et al** [89] étudient, grâce à une analyse univariée, l'association de différentes variables dont les types de pieds avec les blessures liées à la course à pied. Les résultats obtenus pour les pieds plats et creux sont significatifs (**p<0,001** et **p=0,002** respectivement). Puis, après la réalisation d'une analyse multivariée, les auteurs mettent en évidence une différence d'apparition de l'entorse chez les coureurs aux pieds plats et creux statistiquement significative. Les variables « pied plat » et « pied creux » augmentent la probabilité de la survenue d'une entorse avec **odd ratio supérieur à 1** (IC95%=**1,59-11,70** et IC95%=**2,44 à 49,77** respectivement).

L'étude de **Mei-Dan et al** [93] trouvent aussi des résultats en faveur d'une relation entre le type de voûte plantaire et l'apparition d'entorse chez les recrues de l'infanterie. En effet, selon les données rétrospectives recueillies sur le pied droit uniquement, un participant avec une voûte plantaire basse a **2,9** fois plus de chance de subir une entorse de cheville que les voûtes dites normales. Ce résultat est statistiquement significatif (**p<0,05**).

Cependant ces résultats sont à nuancer avec les limites et biais observés précédemment. **Mousavi et al** et **Mei-Dan et al** sont les études possédant les plus mauvais scores à l'échelle NOS qui analyse les risques de biais (5/10 et 5/9 respectivement).

Premièrement, pour l'étude de **Mei-Dan et al**, lorsque nous observons les autres résultats obtenus des données rétrospectives sur tous les pieds, un risque relatif de **2,6** pour les voûtes basses est trouvé (proche du résultat sur le pied droit) mais il n'est statistiquement pas significatif (**p>0,05**). De plus, selon les données prospectives sur le pied droit uniquement, il n'y a plus que seulement **1,83** fois plus de chance pour les voûtes basses de souffrir d'une entorse de cheville sans significativité statistique (**p>0,05**). La petite taille de l'échantillon (n=85), le nombre important de perdus de vue (21,7%), un temps de suivis relativement court (4 mois pour les données prospectives) ainsi que le manque d'information sur la mesure du critère de jugement constituent des biais qui rendent l'interprétation des résultats plus difficiles.

Deuxièmement, l'étude de **Mousavi et al** est une étude transversale (bas niveau de preuve) qui a récolté ses données via un questionnaire rempli par les participants eux même, rendant la validité interne de l'étude mauvaise. Malgré des résultats fortement **significatif** (**p< ou = 0,004**) en faveur d'une augmentation d'apparition des entorses chez les participants aux pieds creux et plats (OR>1) chez les coureurs récréatifs, le nombre important de biais de cette étude nous oblige à prendre ces résultats avec du recul.

Contrairement à eux, **Shahi et al** [90], **Lopezosa-Reca et al** [91] ainsi que **Sman et al** [92] qui ont utilisé le même outil de mesure pour classer les types de pieds (« Foot Posture Index ») ne mettent pas en évidence la présence d'une relation de cause à effet entre la variable étudiée et l'entorse de cheville.

Les résultats de **Shahi et al** qui étudient l'incidence des entorses latérales de cheville chez les joueurs de **basket** et de football, se sont révélés non significatifs (**p=0,862**) avec un score du Foot Posture Index qui ne traduit pas une incidence plus élevée chez les joueurs selon leur type de pied puisqu'il obtient un **odd ratio inférieur à 1** (IC95% =**0,86-1,13**). Ces résultats sont similaires à ceux trouvés par **Lopezosa-Reca et al** sur les joueurs de basket. Les pieds plats et creux n'ont pas plus de risque de développer des entorses que les pieds neutres avec un risque relatif respectif de **0,93** et **0,79** (**p=0,378**).

Ces deux études possèdent des niveaux de preuves différents. **Shahi et al** ont recensé un petit nombre d'entorse (30 cas) à cause d'un faible échantillon (n=106) et un temps de suivi certainement trop court (1 an) qui rendent les résultats difficilement généralisables à la population étudiée. Alors que **Lopezosa-Reca et al** ont recensé un grand nombre d'entorses (214 cas) sur un échantillon doublé (n=220) et un temps rétrospectif de 10 ans. Malgré un schéma d'étude de bas niveau (étude transversale), tous ces éléments nous permettent d'interpréter les résultats avec une plus grande sûreté.

Pour l'étude de **Sman et al** qui recherche, quant à elle, l'incidence des entorses haute de la cheville chez les joueurs de football et de rugby, ne révèle pas non plus de résultat significatif (**p=0,72**). De ce fait, le score du FPI n'a pas été intégré dans le modèle de régression (de Cox). Ses résultats sont à pondérer avec un faible taux d'incidence, seulement 12 cas d'entorses ont été notés et un temps de suivi court de 7 mois.

En conclusion, tous les auteurs ne sont pas en accord sur l'effet de la morphologie des pieds sur la survenue des entorses de cheville. Il semblerait qu'une association significative chez les coureurs récréatifs et les recrues d'infanterie existe entre la posture des pieds et l'entorse de cheville. La réalisation de nouvelles études semble indispensable afin de pouvoir conclure sur le rôle de la posture des pieds en tant que facteurs de risque. Le schéma de l'étude de cohortes doit être privilégié pour éviter les risques de biais lié aux études rétrospectives avec des échantillons de population important et homogène (un seul type de sport) et pour maîtriser au mieux les variables de confusion.

4.2 Applicabilité des résultats en pratique clinique

4.2.1 Lien de causalité

Dans un premier temps, discuter de l'existence d'un réel lien de causalité entre la morphologie des pieds et l'apparition d'une entorse de cheville est essentiel. Pour cela, nous faisons appel aux critères de Bradford Hill suivants :

- **La force de l'association :**

Elle est mesurée grâce aux indicateurs statistiques (RR et OR). L'étude de **Mousavi et al** [89], chez les coureurs, a mis en évidence la présence d'une forte association avec un odd ratio statistiquement significatif ($p < 0,05$) égale à **4,31 et 11,02** respectivement pour le pied plat et le pied creux. Chez les recrues de l'infanterie, **Mei-Dan et al** [93] ont trouvé une association un peu moins élevée avec un risque relatif de **2,9** (avec $p < 0,05$).

- **La constance de l'association :**

Ce critère n'est pas vraiment validé puisque dans les 3 autres études [90] [91] [92] analysant des athlètes pratiquant des sports différents, aucune association n'a été trouvée.

- **La spécificité de l'association :**

La maîtrise de tous les facteurs de confusion est difficilement réalisable dans la mesure où tous les facteurs de risque de l'entorse de cheville ne sont pas définis avec certitude. Dans la littérature, tous les auteurs ne sont pas en accord sur l'implication de certaines variables tel que le sexe ou le type de

sport pratiqué. Pour rechercher l'effet de possibles variables de confusion, la réalisation d'une régression logistique multivariée semble être indispensable. [95] C'est le cas seulement dans les études de **Mousavi et al** [89] et **Sman et al** [92].

- **La temporalité :**

Ce critère est respecté puisque tous les patients possédaient une morphologie définitive avant de développer ou non une entorse de la cheville. L'exposition au facteur de risque précède bien le critère de jugement.

- **Le gradient biologique :**

L'existence d'une relation dose-effet est difficilement réalisable ici puisqu'il reviendrait à rechercher par exemple si les pieds très creux étaient plus à risque de développer une entorse que les pieds légèrement creux. Le « Foot Posture Index » propose une classification possible des pieds hautement creux (à distinguer des pieds creux simples) mais leur rareté rend difficile leur évaluation.

- **La plausibilité et cohérence de l'association :**

La mobilité du pied a un rôle primordial dans les déplacements et l'adaptation aux différentes surfaces dont la morphologie du pied est indissociable de ce mécanisme. L'association repose sur différentes théories telles que la modification de répartition des pressions plantaires et le creusement de l'arche du pied pourrait faciliter un mouvement en inversion du pied (mécanisme lésionnel de l'entorse latérale) et inversement que l'affaissement de l'arche pourrait faciliter un mouvement en éversion. La physiologie des tissus mous du pied/cheville comme une hyper laxité ligamentaire et une hypotonie musculaire chez un pied plat ou une augmentation de la rigidité chez le pied creux pourraient également favoriser la survenue de l'entorse.

- **L'expérimentation :**

Pour répondre à ce critère, il faudrait arriver à observer une diminution de la survenue d'entorse après modification de la morphologie des pieds plats ou creux grâce à une prise en charge kinésithérapique ou orthopédique afin de maîtriser le facteur de risque.

- **L'analogie :**

Le type de pied est très souvent étudié comme facteur de risque des blessures des membres inférieurs. Comme énoncé dans l'introduction, des études mettent en évidence une association significative entre la morphologie des pieds et la survenue de pathologie (exemple : fasciite plantaire, tendinopathie d'Achille, fracture de stress, périostite tibiale).

En conclusion, le non-respect de certains critères tels que la constance de l'association ne permet pas d'affirmer un lien de causalité entre la posture des pieds et l'entorse de cheville. Cependant, le respect de nombreuses autres ne permettent pas non plus de l'exclure.

4.2.2 La population

Selon le Baromètre national des pratiques sportives¹¹, durant l'année 2020, « **65%** des Français de 15 ans et plus ont pratiqué au moins une **activité physique et sportive** au cours des douze derniers mois ». Les **sportifs** représentent une population prépondérante qui est également l'une des plus susceptibles de développer des blessures musculosquelettiques traumatiques aiguës et de surutilisations telles que l'entorse de cheville qui compte parmi **25%** de toutes leurs blessures. [52] De plus, selon une revue publiée en 2019 sur l'épidémiologie de l'entorse, il semble que **12% à 47%** des entorses latérales sont des **récidives**. Jusqu'à **70 %** des personnes qui subissent une entorse aiguë de la cheville peuvent développer une **incapacité physique résiduelle**, qui peut inclure une **instabilité chronique** de la cheville. [96] L'**entorse de cheville** est donc une pathologie qui est très fréquemment rencontrée dans la prise en charge des blessures liées au sport.

Comme énoncé dans la partie précédente, cette revue de littérature a étudié des participants pratiquant **5 sports** différents (course à pied, football, basketball, rugby et formation d'une infanterie). Le nombre total de sujets inclus est de **1415**, cet échantillon est représentatif de la population cible mais pas dans son entièreté en raison du faible nombre de sujets étudiés comparativement aux millions de sportifs qu'il existe en France (seulement deux études ont calculé la taille de l'échantillon nécessaire) mais aussi à cause du faible nombre de sports étudiés.

4.2.3 Intervention en contexte de soin

La mise en place d'un programme de **prévention** chez les **sportifs** est une des missions les plus importantes pour les professionnels de santé. En effet, si les kinésithérapeutes, présents au sein de clubs sportifs notamment, ont à leur disposition les informations nécessaires concernant les facteurs de risque des entorses de cheville, le contrôle voire la réduction de ces variables pré disposantes pourrait être réalisé afin d'éviter que l'athlète ne se blesse.

Pour les sportifs, une blessure entraînera automatiquement de nombreuses **répercussions** sur leur pratique telles que l'arrêt de leur participation aux entraînements et compétitions qui auront à leur tour des répercussions sur leurs capacités physiques ainsi que le déclin de leurs performances. Le retour au niveau sportif qu'ils possédaient avant la blessure constitue une perte de temps considérable.

Pour permettre aux professionnels de santé de connaître la morphologie des pieds des coureurs récréatifs par exemple, dans le but de détecter les personnes potentiellement à risque et les placer au premier plan de la prévention, la réalisation de **tests cliniques** est indispensable.

Le **Foot Posture Index** semble être en matière de **coût**, de **temps** de réalisation, de **fiabilité** et de **validité** une technique de mesure très satisfaisante et simple à mettre en pratique.

¹¹ <https://www.vie-publique.fr/rapport/278813-barometre-national-des-pratiques-sportives-2020> (consulté le 20/04/2022)

Pour rappel, le clinicien réalise un examen clinique du patient en position debout relâchée qui consiste à observer et noter de -2 à +2 (-2 pour signe de supination ; 0 si neutre ; +2 pour signe de pronation) les six caractéristiques cliniques du pied suivantes : la palpation de la tête du talus, la courbure malléolaire supra et infra latérale, la position dans le plan frontal du calcaneus (inversion ou éversion), la proéminence dans la région de l'articulation talo-naviculaire, la congruence de l'arche longitudinale médiale et l'abduction ou l'adduction de l'avant-pied sur l'arrière-pied. Chaque item est détaillé avec des consignes explicatives, des photos et une grille de notation dans un guide¹² disponible sur internet. Un tableau pour noter les résultats obtenus lors de l'examen clinique d'un patient est également disponible afin de faciliter la notation du score FPI (voir *annexe 9*).

Une fois les pieds creux et plats détectés, une **prise en charge** de ces derniers peut être effectuée. Comme énoncé dans l'introduction, en pratique kinésithérapique, la prise en charge par rééducation fonctionnelle semble montrer des résultats positifs quant à la diminution du creusement ou de l'affaissement de l'arche médiale du pied à court terme. Une étude plus approfondie de ces techniques à long terme est nécessaire.

4.3 Qualité des preuves

La **HAS** a défini des recommandations¹³ pour évaluer la qualité des preuves en 2013. Elle repose sur le **niveau de preuve** des études incluses ainsi qu'une classification des **recommandations** (en 3 grades).

- **Le niveau de preuve d'une étude :**

Il caractérise la capacité de l'étude à répondre à la question de recherche posée. Elle est appréciée sur la correspondance de l'étude au cadre du travail (question, population, critères de jugement) et sur les critères suivants :

- Un protocole d'étude adapté à la question ;
- La présence ou non de biais important ;
- Une analyse statistique adaptée aux objectifs ;
- La puissance de l'étude notamment par la taille de l'échantillon incluse.

Selon ces critères, le niveau de preuve est classé en fort, intermédiaire ou faible (voir *Annexe 10*).

- **Grade des recommandations :**

Les recommandations sont classées en 3 grades selon le niveau de preuve scientifique (voir *Annexe 11* pour la classification complète) :

- **Grade A** : preuve scientifique établie par des études de fort niveau de preuve ;
- **Grade B** : présomption scientifique fournie par des études de niveau intermédiaire de preuve ;
- **Grade C** : faible niveau de preuve scientifique fondée sur des études de moindre niveau de preuve.

¹² <https://studylib.net/doc/8078879/the-foot-posture-index> (consulté le 04/12/2021)

¹³ https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2013-06/etat_des_lieux_niveau_preuve_gradation.pdf

La qualité des preuves des études est résumée dans le *tableau 11* suivant :

Etude	Schéma d'étude	Score NOS (risque de biais)	Grade	Niveau de preuve
<i>Mousavi et al</i>	Transversale rétrospective	5/10	C (niveau 4)	Faible
<i>Shahi et al</i>	Cohorte prospective	7/9	B (niveau 2)	Intermédiaire
<i>Lopezosa-Reca et al</i>	Transversale rétrospective	10/10	C (niveau 4)	Faible
<i>Sman et al</i>	Cohorte prospective	8/9	B (niveau 2)	Intermédiaire
<i>Mei-Dan et al</i>	Cohorte prospective et rétrospective	5/9	B (niveau 2)	Intermédiaire

Tableau 11 : Qualité des preuves des études incluses dans la revue

4.4 Les biais potentiels de la revue

4.4.1 Les limites de la revue

Tout d'abord le **niveau de preuve** des études incluses (de faible à intermédiaire) et la présence de nombreux **biais** évoqués précédemment ne nous permet pas de tirer de réelles conclusions quant à la question de recherche posée.

La volonté d'inclure une population pratiquant tous types de sport et l'utilisation de différentes méthodes de mesure du facteur entraînent une **hétérogénéité** dans les études incluses qui sont de surcroît peu nombreuses (seulement 5 études incluses). Les diverses présentations des résultats qui en découlent (utilisation de tests statistiques différents), rend de ce fait leur comparaison très difficile. De plus, toutes les études non pas un critère de jugement identique puisque certaines études recherchent tous les types d'entorses et d'autres seulement les entorses latérales ou l'entorse haute. Sur un temps de suivi jugé court pour certaines études, le taux d'apparition des entorses est faible, ce qui rend encore un fois difficile la généralisation des résultats.

Un autre point important à prendre en considération est que l'identification des facteurs de risque de l'entorse est à ce jour non complète. Certaines études ne prennent pas en compte l'existence de potentielles **variables de confusion**.

4.4.2 Qualité méthodologique de la revue

La validité interne de la revue de littérature est analysée à l'aide de l'échelle de qualité méthodologique **AMASTAR-2**. [97] Elle est composée de 16 items auxquels 4 réponses sont possibles : **oui, oui partiellement** ou **non**.

L'analyse des biais potentiels de notre revue grâce à la grille AMASTAR-2 est présentée ci-dessous (Tableau 12) :

Items	Cotation	Réponses	Justification
1	Est-ce que les questions de recherche et les critères d'inclusion de la revue ont inclus les critères PICO ?	Oui	Voir <i>tableau 5</i> et <i>6</i> .
2	Est-ce que le rapport de la revue contenait une déclaration explicite indiquant que la méthode de la revue a été établie avant de conduire la revue ? Est-ce que le rapport justifiait toute déviation significative par rapport au protocole ?	Non	Aucune déclaration explicite préalable n'a été réalisée.
3	Les auteurs ont-ils expliqué leur choix de schémas d'étude à inclure dans la revue ?	Oui	Les études les plus adaptées pour une question étiologique sont des études de cohortes, cas-témoins et transversales .
4	Les auteurs ont-ils utilisé une stratégie de recherche documentaire exhaustive ?	Oui partiellement	Total de 5 bases de données investiguées : PubMed, Pedro, Cochrane Library, KinéDoc et Google Scholar dont seulement les 5 premières pages ont été analysées.
5	Les auteurs ont-ils effectué en double la sélection des études ?	Non	Un seul examinateur.
6	Les auteurs ont-ils effectuée en double l'extraction des données ?	Non	Un seul examinateur.
7	Les auteurs ont-ils fourni une liste des études exclues et justifié les exclusions ?	Oui	Voir <i>tableau 7</i> .
8	Les auteurs ont-ils décrit les études incluses de manière suffisamment détaillée ?	Oui	Les détails de chaque étude sont présentés en <i>Annexes 4 à 8</i> .
9	Les auteurs ont-ils utilisé une technique satisfaisante pour évaluer le risque de biais des études individuelles incluses dans la revue ?	Oui	Les risques de biais ont été évalués grâce à l'échelle « Newcastle-Ottawa Scale ».
10	Les auteurs ont-ils indiqué les sources de financement des études incluses dans la revue ?	Non	Pas d'information sur le financement.
11	Si une méta-analyse a été effectuée, les auteurs ont-ils utilisé des méthodes appropriées pour la combinaison statistique des résultats ?	Non	Pas de méta-analyse.
12	Si une méta-analyse a été effectuée, les auteurs ont-ils évalué l'impact potentiel des risques de biais des études individuelles sur les résultats de la méta-analyse ou d'une autre synthèse des preuves ?	Non	Pas de méta-analyse.
13	Les auteurs ont-ils pris en compte le risque de biais des études individuelles lors de l'interprétation/de la discussion des résultats de la revue ?	Oui	Dans la partie <i>Discussion</i> , les résultats sont analysés en fonction des biais évalués par l'échelle NOS.
14	Les auteurs ont-ils fourni une explication satisfaisante pour toute hétérogénéité observée dans les résultats de la revue, et une discussion sur celle-ci ?	Oui	Voir <i>Discussion</i> , mise en relief des différents résultats obtenus pour chaque étude incluse.

15	S'ils ont réalisé une synthèse quantitative, les auteurs ont-ils mené une évaluation adéquate des biais de publication (biais de petite étude) et ont discuté de son impact probable sur les résultats de la revue ?	Non	Aucun graphique ou test statistique n'a été réalisé pour évaluer les biais de publication.
16	Les auteurs ont-ils rapporté toute source potentielle de conflit d'intérêts, y compris tout financement reçu pour réaliser la revue ?	Oui	Aucune source de financement et de conflit d'intérêt n'est à déclarer dans cette revue de littérature.

Tableau 12 : Grille AMSTAR-2 d'après la traduction française

Un score de 9/16 montre que la validité interne de cette revue est d'un niveau plutôt faible.

5 Conclusion

L'objectif de cette revue de littérature était, à partir des données actuelles disponibles, de mettre en évidence l'implication ou non de la morphologie des pieds en tant que facteur de risque intrinsèque de l'entorse de cheville chez les sportifs aussi bien amateur que professionnel.

5.1 Implication pour la pratique clinique

Au vu des résultats obtenus, il semblerait que, dans certaines populations notamment les coureurs récréatifs, le type de pied soit un facteur de risque intrinsèque potentiel des entorses de cheville. Cependant, son implication en tant que réel lien de cause à effet reste encore à prouver. Suite à l'analyse des critères de Bradford Hill, la constance de l'association n'a pas pu être confirmée puisque toutes les études incluses n'observent pas d'association positive. L'expérimentation et le gradient biologique (relation dose effet) sont des critères difficilement justifiables et qui nécessitent des études supplémentaires.

Dans le cadre d'une revue de littérature de type étiologique, la détection de facteurs de risque a pour but d'informer les professionnels de santé quant à l'existence de variables intrinsèques et extrinsèques à une population susceptible d'entraîner une augmentation d'apparition de pathologies spécifiques. Une fois ces données en leur possession, le rôle des professionnels est de mettre en place une stratégie de prévention dans les populations cibles. Les kinésithérapeutes ont une responsabilité importante dans cette prise en charge.

La mise en pratique clinique de la détection du type de pied dans les populations jugées à risque peut être réalisée avec facilité (en termes de coût, de temps et de niveau d'apprentissage) grâce à la mise en place de tests cliniques comme le « Foot Posture Index ». La prise en charge qui en découlera pourra donc être adaptée à chaque patient. La rééducation fonctionnelle par renforcement des muscles intrinsèques et extrinsèques du pied ou par stimulation nerveuse électrique transcutanée (TENS) avec un étirement statique pour le pied plat et creux respectivement se présentent comme des techniques kinésithérapiques donnant des résultats probants à explorer.

5.2 Implication pour la recherche

La pratique d'une activité sportive soumet les sportifs à un plus grand risque de blessures traumatiques et blessures de surutilisations des membres inférieurs qui augmente avec l'intensité de la pratique. Le taux d'entorses de cheville n'est pas négligeable, elle représente un enjeu de santé publique et économique. De plus, chez les athlètes, la blessure est un évènement à éviter à tout prix sous peine que des répercussions néfastes sur leurs capacités physiques se produisent.

Cette revue a permis de montrer que la morphologie des pieds pouvait être susceptible d'augmenter l'apparition de l'entorse de cheville. Cependant, l'hétérogénéité des études en termes de sports pratiqués et leur faible nombre (seulement 5 études incluses) rendent leur comparaison difficile. La réalisation de recherches supplémentaires est nécessaire afin de poursuivre cette piste et de tirer de réelles conclusions.

Les discordances observées dans les résultats nous mènent à nous questionner sur la possible existence de variable de confusion qui pourrait influencer sur la présence d'une association ou non, d'une étude à l'autre. Par conséquent, la conduction d'études observationnelles de cohorte, sur un échantillon de taille suffisamment important, qui recherche l'implication de différentes caractéristiques du pied (dont la morphologie) en tant que facteurs de risque intrinsèque est nécessaire. De plus, la comparaison des résultats obtenus pour chaque caractéristique doit être obligatoire afin de mettre en évidence tout lien confusionnel entre des variables, s'il existe. La différenciation des types de sports pratiqués par les participants nécessite également une attention toute particulière puisque de nouveaux facteurs de confusion pourraient en émerger. En effet, le niveau de pratique (amateur/professionnel), l'intensité (heure de pratique par semaine), le type de sport (collectif ou non, sport de contact) peuvent, eux aussi, influencer la survenue d'une blessure.

La recherche et la compréhension des facteurs de risques de l'entorse de cheville, en dépit du nombre important d'études et d'informations que l'on dispose sur cette pathologie commune, ne semblent pas être élucidées à l'heure actuelle. De nouvelles publications à haut niveau de preuve permettront d'éclaircir ces questions qui se posent autour de l'entorse de cheville pour que les thérapeutes puissent repérer et traiter les patients au mieux.

6 Bibliographie

- [1] Kowalski C. Biomécanique du pied. Première partie. *Médecine et Chirurgie Du Pied* 2012;89–99. <https://doi.org/10.1007/S10243-012-0345-4>.
- [2] Maestro M, Ferre B. Anatomie fonctionnelle du pied et de la cheville de l'adulte. *Revue Du Rhumatisme Monographies* 2014;81:61–70. <https://doi.org/10.1016/J.MONRHU.2014.03.001>.
- [3] Dufour M, Gillot Claude. *Arthrologie. Anatomie de l'appareil locomoteur. Tome 1, Membre inférieur*, Elsevier Masson; 2015, p. 138–72.
- [4] Hillstrom HJ, Song J, Kraszewski AP, Hafer JF, Mootanah R, Dufour AB, et al. Foot Type Biomechanics Part 1: Structure and Function of the Asymptomatic Foot. *Gait Posture* 2013;37:445. <https://doi.org/10.1016/J.GAITPOST.2012.09.007>.
- [5] Tourné Y, Mabit C. La biomécanique et cinématique de la cheville. *La cheville instable*, 2015, p. 376.
- [6] Seringe R, Besse J-Luc, Wicart Philippe. *Notions fondamentales-L'examen clinique du pied. Les déformations du pied de l'enfant et de l'adulte*, Elsevier, Masson; 2010, p. 31–9.
- [7] Seringe R, Besse J-Luc, Wicart Philippe. *Notions fondamentales-Bloc calcanéopédieux. Les déformations du pied de l'enfant et de l'adulte*, Elsevier, Masson; 2010, p. 23–9.
- [8] Stavlas P, Grivas TB, Michas C, Vasiliadis E, Polyzois V. The evolution of foot morphology in children between 6 and 17 years of age: a cross-sectional study based on footprints in a Mediterranean population. *J Foot Ankle Surg* 2005;44:424–8. <https://doi.org/10.1053/J.JFAS.2005.07.023>.
- [9] Pfeiffer M, Kotz R, Ledl T, Hauser G, Sluga M. Prevalence of Flat Foot in Preschool-Aged Children. *Pediatrics* 2006;118:634–9. <https://doi.org/10.1542/PEDS.2005-2126>.
- [10] Aenumulapalli A, Kulkarni MM, Gandotra AR. Prevalence of Flexible Flat Foot in Adults: A Cross-sectional Study. *Journal of Clinical and Diagnostic Research: JCDR* 2017;11:AC17. <https://doi.org/10.7860/JCDR/2017/26566.10059>.
- [11] Mauch M, Grau S, Krauss I, Maiwald C, Horstmann T. Foot morphology of normal, underweight and overweight children. *Int J Obes (Lond)* 2008;32:1068–75. <https://doi.org/10.1038/IJO.2008.52>.
- [12] Burns J, Landorf KB, Ryan MM, Crosbie J, Ouvrier RA. Interventions for the prevention and treatment of pes cavus. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2007. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD006154.PUB2/INFORMATION/EN>.
- [13] Maestro M. Rappel biomécanique des articulations talo-crurale et sous-talienne. *Médecine et Chirurgie Du Pied* 2004;20:6–10. <https://doi.org/10.1007/S10243-004-0005>.
- [14] Kowalski C. Biomécanique du pied. Deuxième partie. *Médecine et Chirurgie Du Pied* 2012;28:111–23. <https://doi.org/10.1007/S10243-012-0346-Z>.
- [15] Flores D v., Gómez CM, Hernando MF, Davis MA, Pathria MN. Adult acquired flatfoot deformity: Anatomy, biomechanics, staging, and imaging findings. *Radiographics* 2019;39:1437–60. <https://doi.org/10.1148/RG.2019190046/ASSET/IMAGES/LARGE/RG.2019190046.FIG38A.JPEG>.
- [16] Babu D, Bordoni B. *Anatomy, Bony Pelvis and Lower Limb, Medial Longitudinal Arch of the Foot*. StatPearls 2021.
- [17] Armand S, Bonnefoy-Mazure A, de Coulon G, Hoffmeyer P. Analyse quantifiée de la marche : mode d'emploi. *Médecine Interne Générale - Revue Médicale Suisse* 2015;490.
- [18] Oliver A-H. *Analyse dans le plan courbure-vitesse d'un changement de direction lors de la marche*. Université Européenne de Bretagne, 2008.
- [19] Lacouture P, Colloud F, Decatoire A, Monnet T. *Étude biomécanique de la course à pied*. EMC-Podologie, Elsevier Masson; 2013. [https://doi.org/10.1016/S0292-062X\(13\)59910-7](https://doi.org/10.1016/S0292-062X(13)59910-7).
- [20] Xhardez Y, Wardavoit H, Avaux M, Beck P, Bleton J-P. *Orthopédie-Déformations du pied. Vademecum de kinésithérapie et rééducation fonctionnelle : techniques, pathologie et indications de traitement pour le praticien*, Maloine; 2015, p. 313–35.

- [21] Casanovas C, Cano LM, Albertí A, Céspedes M, Rigo G. Charcot-Marie-tooth disease. *Foot Ankle Spec* 2008;1:350–4. <https://doi.org/10.1177/1938640008326247>.
- [22] Seringe R, Besse J-Luc, Wicart Philippe. *Notions fondamentales-Radiologie et imagerie. Les déformations du pied de l'enfant et de l'adulte*, Elsevier, Masson; 2010, p. 47–55.
- [23] Seringe R, Besse J-Luc, Wicart Philippe. *Notions fondamentales-Baropodométrie. Les déformations du pied de l'enfant et de l'adulte*, Elsevier, Masson; 2010, p. 63–7.
- [24] Welton EA. The Harris and Beath footprint: interpretation and clinical value. *Foot Ankle* 1992;13:462–8. <https://doi.org/10.1177/107110079201300806>.
- [25] Zuil-Escobar JC, Martínez-Cepa CB, Martín-Urrialde JA, Gómez-Conesa A. Medial Longitudinal Arch: Accuracy, Reliability, and Correlation Between Navicular Drop Test and Footprint Parameters. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics* 2018;41:672–9. <https://doi.org/10.1016/J.JMPT.2018.04.001>.
- [26] Queen RM, Mall NA, Hardaker WM, Nunley JA. Describing the medial longitudinal arch using footprint indices and a clinical grading system. *Foot Ankle Int* 2007;28:456–62. <https://doi.org/10.3113/FAI.2007.0456>.
- [27] Pita-Fernández S, González-Martín C, Seoane-Pillado T, López-Calviño B, Pértega-Díaz S, Gil-Guillén V. Validity of Footprint Analysis to Determine Flatfoot Using Clinical Diagnosis as the Gold Standard in a Random Sample Aged 40 Years and Older. *Journal of Epidemiology* 2015;25:148. <https://doi.org/10.2188/JEA.JE20140082>.
- [28] Motantasut P, Hunsawong T, Mato L, Donpunha W. Reliability of novice and experienced physiotherapists using the normalized navicular height truncated and the foot posture index-6 for classifying static foot posture in adults. *Journal of Physical Therapy Science* 2019;31:392. <https://doi.org/10.1589/JPTS.31.392>.
- [29] Aquino MRC, Avelar BS, Silva PL, Ocarino JM, Resende RA. Reliability of Foot Posture Index individual and total scores for adults and older adults. *Musculoskelet Sci Pract* 2018;36:92–5. <https://doi.org/10.1016/J.MSKSP.2018.02.002>.
- [30] Keenan AM, Redmond AC, Horton M, Conaghan PG, Tennant A. The Foot Posture Index: Rasch analysis of a novel, foot-specific outcome measure. *Arch Phys Med Rehabil* 2007;88:88–93. <https://doi.org/10.1016/J.APMR.2006.10.005>.
- [31] Williams DS, McClay IS. Measurements Used to Characterize the Foot and the Medial Longitudinal Arch: Reliability and Validity. *Physical Therapy* 2000;80:864–71. <https://doi.org/10.1093/PTJ/80.9.864>.
- [32] Eslami M, Tanaka C, Hinse S, Anbarian M, Allard P. Acute effect of orthoses on foot orientation and perceived comfort in individuals with pes cavus during standing. *Foot (Edinb)* 2009;19:1–6. <https://doi.org/10.1016/J.FOOT.2008.06.004>.
- [33] Burns J, Crosbie J, Ouvrier R, Hunt A. Effective orthotic therapy for the painful cavus foot: a randomized controlled trial. *J Am Podiatr Med Assoc* 2006;96:205–11. <https://doi.org/10.7547/0960205>.
- [34] Wegener C, Burns J, Penkala S. Effect of neutral-cushioned running shoes on plantar pressure loading and comfort in athletes with cavus feet: a crossover randomized controlled trial. *Am J Sports Med* 2008;36:2139–46. <https://doi.org/10.1177/0363546508318191>.
- [35] Sánchez-Rodríguez R, Valle-Estévez S, Fraile-García PA, Martínez-Nova A, Gómez-Martín B, Escamilla-Martínez E. Modification of Pronated Foot Posture after a Program of Therapeutic Exercises. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2020;17:1–8. <https://doi.org/10.3390/IJERPH17228406>.
- [36] Chung KA, Lee E, Lee S. The effect of intrinsic foot muscle training on medial longitudinal arch and ankle stability in patients with chronic ankle sprain accompanied by foot pronation. *Physical Therapy Rehabilitation Science* 2016;5:78–83. <https://doi.org/10.14474/PTRS.2016.5.2.78>.
- [37] Mulligan EP, Cook PG. Effect of plantar intrinsic muscle training on medial longitudinal arch morphology and dynamic function. *Manual Therapy* 2013;18:425–30. <https://doi.org/10.1016/J.MATH.2013.02.007>.

- [38] Fernández-Seguín LM, Heredia-Rizo AM, Díaz-Mancha JA, González-García P, Ramos-Ortega J, Munuera-Martínez P v. Immediate and short-term radiological changes after combining static stretching and transcutaneous electrical stimulation in adults with cavus foot: A randomized controlled trial. *Medicine* 2019;98:e18018. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000018018>.
- [39] Fernández-Seguín LM, Munuera P v., Peña-Algaba C, Ortega JR, Díaz-Morales JA, Escamilla-Martínez E. Effectiveness of neuromuscular stretching with symmetrical biphasic electric currents in the cavus foot. *J Am Podiatr Med Assoc* 2013;103:191–6. <https://doi.org/10.7547/1030191>.
- [40] Rosenbaum AJ, Lisella J, Patel N, Phillips N. The cavus foot. *Med Clin North Am* 2014;98:301–12. <https://doi.org/10.1016/J.MCNA.2013.10.008>.
- [41] Bouchard M, Mosca VS. Flatfoot deformity in children and adolescents: Surgical indications and management. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons* 2014;22:623–32. <https://doi.org/10.5435/JAAOS-22-10-623>.
- [42] Buldt AK, Forghany S, Landorf KB, Levinger P, Murley GS, Menz HB. Foot posture is associated with plantar pressure during gait: A comparison of normal, planus and cavus feet. *Gait Posture* 2018;62:235–40. <https://doi.org/10.1016/J.GAITPOST.2018.03.005>.
- [43] Yi TI, Kim KH, Choe YR, Kim SH, Kim JS, Hwang JH. Effects of Typical Athletic Shoes on Postural Balance According to Foot Type. *J Am Podiatr Med Assoc* 2021;111. <https://doi.org/10.7547/17-178>.
- [44] Denyer JR, Hewitt NLA, Mitchell ACS. Foot structure and muscle reaction time to a simulated ankle sprain. *J Athl Train* 2013;48:326–30. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-48.2.15>.
- [45] Burns J, Crosbie J, Hunt A, Ouvrier R. The effect of pes cavus on foot pain and plantar pressure. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 2005;20:877–82. <https://doi.org/10.1016/J.CLINBIOMECH.2005.03.006>.
- [46] di Caprio F, Buda R, Mosca M, Calabrò A, Giannini S. Foot and Lower Limb Diseases in Runners: Assessment of Risk Factors. *Journal of Sports Science & Medicine* 2010;9:587.
- [47] de César PC, de Oliveira Alves JA, Ellera Gomes JL. Height of the foot longitudinal arch and anterior cruciate ligament injuries. *Acta Ortopédica Brasileira* 2014;22:312–4. <https://doi.org/10.1590/1413-78522014220600659>.
- [48] Neal BS, Griffiths IB, Dowling GJ, Murley GS, Munteanu SE, Franettovich Smith MM, et al. Foot posture as a risk factor for lower limb overuse injury: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Foot and Ankle Research* 2014;7. <https://doi.org/10.1186/S13047-014-0055-4>.
- [49] Cain LE, Nicholson LL, Adams RD, Burns J. Foot morphology and foot/ankle injury in indoor football. *J Sci Med Sport* 2007;10:311–9. <https://doi.org/10.1016/J.JSAMS.2006.07.012>.
- [50] Williams DS, McClay IS, Hamill J. Arch structure and injury patterns in runners. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 2001;16:341–7. [https://doi.org/10.1016/S0268-0033\(01\)00005-5](https://doi.org/10.1016/S0268-0033(01)00005-5).
- [51] Xhardez Y, Wardavoir H, Avaux M, Beck P, Bleton J-P. Traumatologie-Traumatisme de la cheville. *Vade-mecum de kinésithérapie et rééducation fonctionnelle : techniques, pathologie et indications de traitement pour le praticien*, Maloine; 2015, p. 216–32.
- [52] Barrois B, Ribinik P, Davenne B. Entorses de cheville. *EMC-Kinésithérapie-Médecine physique-Réadaptation*, Elsevier; 2002.
- [53] Fong DTP, Hong Y, Chan LK, Yung PSH, Chan KM. A Systematic Review on Ankle Injury and Ankle Sprain in Sports. *Sports Medicine* 2012;37:73–94. <https://doi.org/10.2165/00007256-200737010-00006>.
- [54] Roos KG, Kerr ZY, Mauntel TC, Djoko A, Dompier TP, Wikstrom EA. The Epidemiology of Lateral Ligament Complex Ankle Sprains in National Collegiate Athletic Association Sports. *Am J Sports Med* 2017;45:201–9. <https://doi.org/10.1177/0363546516660980>.
- [55] Terrier R, Gédor C, Toschi P, Forestier N. Caractérisation de la prise en charge de l'entorse latérale de cheville chez une population de jeunes sportifs. *Kinésithérapie, La Revue* 2013;13:11–5. <https://doi.org/10.1016/J.KINE.2012.05.022>.
- [56] Popovic N, Gillet P. L'entorse de cheville : Prise en charge des lésions fraîches et prévention des instabilités secondaires. *RMLG Revue Médicale de Liège* 2005;60:783–8.

- [57] Guillo S, Bauer T, Lee JW, Takao M, Kong SW, Stone JW, et al. L'instabilité chronique de cheville : étiologie, évaluation, traitement classique et arthroscopie. Proposition de consensus. *Revue de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique* 2013;99:S431–2. <https://doi.org/10.1016/J.RCOT.2013.10.086>.
- [58] Mohamad M, Dubois-Ferrière V. Lésions isolées de la syndesmose tibio-fibulaire distale. *Medecine Du Sport - Revue Médicale Suisse* 2016;525.
- [59] Hauser RA. Ligament Injury and Healing: A Review of Current Clinical Diagnostics and Therapeutics. *The Open Rehabilitation Journal* 2013;6:1–20. <https://doi.org/10.2174/1874943701306010001>.
- [60] Trevino SG, Davis P, Hecht PJ. Management of acute and chronic lateral ligament injuries of the ankle. *Orthop Clin North Am* 1994.
- [61] Gaebler C, Kukla C, Breitensteher MJ, Nellas ZJ, Mittlboeck M, Trattnig S, et al. Diagnosis of lateral ankle ligament injuries. Comparison between talar tilt, MRI and operative findings in 112 athletes. *Acta Orthop Scand* 1997;68:286–90. <https://doi.org/10.3109/17453679708996703>.
- [62] Guillodo Y. Place de l'échographie dans le diagnostic de gravité d'une entorse latérale de l'articulation talocrurale et ses complications chez le sportif. *Journal de Traumatologie Du Sport* 2009;26:95–8. <https://doi.org/10.1016/J.JTS.2009.03.003>.
- [63] van Dijk CN, Mol BWJ, Lim LSL, Marti RK, Bossuyt PMM. Diagnosis of ligament rupture of the ankle joint: Physical examination, arthrography, stress radiography and sonography compared in 160 patients after inversion trauma. *Acta Orthopaedica Scandinavica* 2009;67:566–70. <https://doi.org/10.3109/17453679608997757>.
- [64] van Dijk CN, Lim LSL, Bossuyt PMM, Marti RK. Physical examination is sufficient for the diagnosis of sprained ankles. *J Bone Joint Surg Br* 1996;78:958–62. <https://doi.org/10.1302/0301-620X78B6.1283>.
- [65] Kofotolis ND, Kellis E, Vlachopoulos SP. Ankle sprain injuries and risk factors in amateur soccer players during a 2-year period. *Am J Sports Med* 2007;35:458–66. <https://doi.org/10.1177/0363546506294857>.
- [66] Barrett JR, Tanji JL, Drake C, Fuller D, Kawasaki RI, Fenton RM. High- versus low-top shoes for the prevention of ankle sprains in basketball players. A prospective randomized study. *Am J Sports Med* 1993;21:582–5. <https://doi.org/10.1177/036354659302100416>.
- [67] McKay GD, Goldie PA, Payne WR, Oakes BW. Ankle injuries in basketball: injury rate and risk factors. *Br J Sports Med* 2001;35:103–8. <https://doi.org/10.1136/BJSM.35.2.103>.
- [68] Murphy DF, Connolly DAJ, Beynon BD. Risk factors for lower extremity injury: a review of the literature. *British Journal of Sports Medicine* 2003;37:13. <https://doi.org/10.1136/BJSM.37.1.13>.
- [69] 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;34:471–5. <https://doi.org/10.1177/0363546505280429>.
- [70] Fousekis K, Tsepis E, Vagenas G. Intrinsic risk factors of noncontact ankle sprains in soccer: a prospective study on 100 professional players. *Am J Sports Med* 2012;40:1842–50. <https://doi.org/10.1177/0363546512449602>.
- [71] de Noronha M, França LC, Haupenthal A, Nunes GS. Intrinsic predictive factors for ankle sprain in active university students: a prospective study. *Scand J Med Sci Sports* 2013;23:541–7. <https://doi.org/10.1111/J.1600-0838.2011.01434.X>.
- [72] Waterman BR, Owens BD, Davey S, Zacchilli MA, Belmont PJ. The epidemiology of ankle sprains in the United States. *Journal of Bone and Joint Surgery - Series A* 2010;92:2279–84. <https://doi.org/10.2106/JBJS.I.01537>.
- [73] Doherty C, Delahunt E, Caulfield B, Hertel J, Ryan J, Bleakley C. The Incidence and Prevalence of Ankle Sprain Injury: A Systematic Review and Meta-Analysis of Prospective Epidemiological Studies. *Sports Medicine* 2013 44:1 2013;44:123–40. <https://doi.org/10.1007/S40279-013-0102-5>.

- [74] Trojian TH, McKeag DB. Single leg balance test to identify risk of ankle sprains. *Br J Sports Med* 2006;40:610–3. <https://doi.org/10.1136/BJSM.2005.024356>.
- [75] Beynon BD, Murphy DF, Alosa DM. Predictive Factors for Lateral Ankle Sprains: A Literature Review. *Journal of Athletic Training* 2002;37:376.
- [76] Morrison KE, Kaminski TW. Foot Characteristics in Association With Inversion Ankle Injury. *Journal of Athletic Training* 2007;42:135.
- [77] Seringe R, Besse J-Luc, Wicart Philippe. *Notion fondamentale-Anatomie de l'arrière-pied et croissance. Les déformations du pied de l'enfant et de l'adulte*, Elsevier, Masson; 2010, p. 7–13.
- [78] Forriol F, Pascual J. Footprint analysis between three and seventeen years of age. *Foot Ankle* 1990;11:101–4. <https://doi.org/10.1177/107110079001100208>.
- [79] Kallinen M, Markku A. Aging, Physical Activity and Sports Injuries. *Sports Medicine* 2012;20:41–52. <https://doi.org/10.2165/00007256-199520010-00004>.
- [80] Windsor J, Jeffries J, Sorensen J, Bach K, Benedek E, Bicher J, et al. A Retrospective Study of Foot Biomechanics and Injury History in Varsity Football Athletes at the U.S. Naval Academy. *Mil Med* 2021. <https://doi.org/10.1093/MILMED/USAB370>.
- [81] Nakhaee Z, Rahimi A, Abaee M, Rezasoltani A, Kalantari KK. The relationship between the height of the medial longitudinal arch (MLA) and the ankle and knee injuries in professional runners. *Foot (Edinb)* 2008;18:84–90. <https://doi.org/10.1016/J.FOOT.2008.01.004>.
- [82] Levy JC, Mizel MS, Wilson LS, Fox W, McHale K, Taylor DC, et al. Incidence of foot and ankle injuries in West Point cadets with pes planus compared to the general cadet population. *Foot Ankle Int* 2006;27:1060–4. <https://doi.org/10.1177/107110070602701211>.
- [83] Molloy JM. Factors Influencing Running-Related Musculoskeletal Injury Risk Among U.S. Military Recruits. *Mil Med* 2016;181:512–23. <https://doi.org/10.7205/MILMED-D-15-00143>.
- [84] Psaila M, Ranson C. Risk factors for lower leg, ankle and foot injuries during basic military training in the Maltese Armed Forces. *Phys Ther Sport* 2017;24:7–12. <https://doi.org/10.1016/J.PTSP.2016.09.004>.
- [85] Rice H, Nunns M, House C, Fallowfield J, Allsopp A, Dixon S. High medial plantar pressures during barefoot running are associated with increased risk of ankle inversion injury in Royal Marine recruits. *Gait Posture* 2013;38:614–8. <https://doi.org/10.1016/J.GAITPOST.2013.02.001>.
- [86] Michelson JD, Durant DM, McFarland E. The injury risk associated with pes planus in athletes. *Foot Ankle Int* 2002;23:629–33. <https://doi.org/10.1177/107110070202300708>.
- [87] REMUSAT M de. *Relation entre le morphotype du pied (pied creux/ pied plat) calculé à l'aide de the arch index et la prévalence de l'entorse de cheville*. Rennes: Institut de Formation en Masso Kinésithérapie de Rennes (IFMK); 2014.
- [88] Cherati AS, Dousti M, Younespour S. Association between Foot Posture Index and Ankle Sprain in Indoor Football Players. *Glob J Health Sci* 2016;8:160. <https://doi.org/10.5539/GJHS.V8N10P160>.
- [89] Mousavi SH, Hijmans JM, Minoonejad H, Rajabi R, Zwerver J. Factors Associated With Lower Limb Injuries in Recreational Runners: A Cross-Sectional Survey Including Mental Aspects and Sleep Quality. *J Sports Sci Med* 2021;20:204–15. <https://doi.org/10.52082/JSSM.2021.204>.
- [90] Pourgharib Shahi MH, Selk Ghaffari M, Mansournia MA, Halabchi F. Risk Factors Influencing the Incidence of Ankle Sprain Among Elite Football and Basketball Players: A Prospective Study. *Foot Ankle Spec* 2021;14:482–8. <https://doi.org/10.1177/1938640020921251>.
- [91] Lopezosa-Reca E, Gijon-Nogueron G, Morales-Asencio JM, Cervera-Marin JA, Luque-Suarez A. Is There Any Association Between Foot Posture and Lower Limb-Related Injuries in Professional Male Basketball Players? A Cross-Sectional Study. *Clin J Sport Med* 2020;30:46–51. <https://doi.org/10.1097/JSM.0000000000000563>.
- [92] Sman AD, Hiller CE, Rae K, Linklater J, Morellato J, Trist N, et al. Predictive factors for ankle syndesmosis injury in football players: a prospective study. *J Sci Med Sport* 2014;17:586–90. <https://doi.org/10.1016/J.JSAMS.2013.12.009>.

- [93] Mei-Dan O, Kahn G, Zeev A, Rubin A, Constantini N, Even A, et al. The medial longitudinal arch as a possible risk factor for ankle sprains: a prospective study in 83 female infantry recruits. *Foot Ankle Int* 2005;26:180–3. <https://doi.org/10.1177/107110070502600211>.
- [94] Hunt KJ, George E, Harris AHS, Dragoo JL. Epidemiology of syndesmosis injuries in intercollegiate football: incidence and risk factors from National Collegiate Athletic Association injury surveillance system data from 2004-2005 to 2008-2009. *Clin J Sport Med* 2013;23:278–82. <https://doi.org/10.1097/JSM.0B013E31827EE829>.
- [95] el Sanharawi M, Naudet F. Comprendre la régression logistique. *Journal Francais d’Ophtalmologie* 2013;36:710–5. <https://doi.org/10.1016/J.JFO.2013.05.008>.
- [96] Herzog MM, Kerr ZY, Marshall SW, Wikstrom EA. Epidemiology of Ankle Sprains and Chronic Ankle Instability. *J Athl Train* 2019;54:603–10. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-447-17>.
- [97] Pallot A, Rostagno S. AMSTAR-2 : traduction française de l’échelle de qualité méthodologique pour les revues de littérature systématiques. *Kinésithérapie, La Revue* 2021;21:13–4. <https://doi.org/10.1016/J.KINE.2019.12.050>.

7 Annexes

- **Annexe 1** : Classification détaillé des lésions ligamentaires externes aiguës de la cheville [60] [56]
- **Annexe 2** : Newcastle-Ottawa Scale pour les études de cohorte
- **Annexe 3** : Newcastle-Ottawa Scale adapté pour les études transversales
- **Annexe 4** : Tableau complémentaire de l'étude Mousavi et al, 2021 [89]
- **Annexe 5** : Tableau complémentaire de l'étude Shahi et al, 2020 [90]
- **Annexe 6** : Tableau complémentaire de l'étude Lopezosa-Reca et al, 2017 [91]
- **Annexe 7** : Tableau complémentaire de l'étude Sman et al, 2013 [92]
- **Annexe 8** : Tableau complémentaire de l'étude Mei-Dan et al, 2005 [93]
- **Annexe 9** : Grille du « Foot Posture index »
- **Annexe 10** : Niveau de preuve selon la HAS
- **Annexe 11** : Grade des recommandations selon la HAS

Annexe 1 : Classification détaillé des lésions ligamentaires externes aiguës de la cheville

<i>Grade</i>	<i>Pathologie</i>	<i>Laxité</i>
I	Étirement	Aucune
II	Rupture partielle	De faible à modérée
IIIa	Rupture complète Faisceau antérieur	T.A.(*)
IIIb	Rupture complète Faisceau antérieur et moyen	T.A. et Varus
IIIc1	Rupture complète Faisceau antérieur et moyen Lésions interstitielles des tendons fibulaires	T.A. et Varus Douleurs des tendons fibulaires sans instabilité
IIIc2	Rupture complète Faisceau antérieur et moyen Subluxation ou luxation des tendons fibulaires	T.A. et Varus Subluxation ou luxation des tendons fibulaires
IVa	Rupture complète faisceau antérieur et moyen Fracture avulsion / malléole externe	T.A. et Varus Rx = fracture péroné
IVb	Rupture complète faisceau antérieur et moyen Fracture ostéo-chondrale du dôme	T.A. et Varus Rx = analyse dôme (ext)
IVc	Rupture complète faisceau antérieur et moyen Fracture / joue externe du talus	T.A. et Varus Rx = analyse du talus

(*) T.A. : tiroir antérieur

Annexe 2 : Newcastle-Ottawa Scale pour les études de cohortes

NEWCASTLE - OTTAWA QUALITY ASSESSMENT SCALE COHORT STUDIES

Note: A study can be awarded 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 of the average _____ (describe) in the community *
 - b) somewhat representative of the average _____ in the community *
 - c) selected group of users eg nurses, volunteers
 - 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 *
 - b) drawn from a different source
 - c) no description of the derivation of the non exposed cohort
- 3) Ascertainment of exposure
 - a) secure record (eg surgical records) *
 - b) structured interview *
 - c) written self report
 - d) no description
- 4) Demonstration that outcome of interest was not present at start of study
 - a) yes *
 - b) no

Comparability

- 1) Comparability of cohorts on the basis of the design or analysis
 - a) study controls for _____ (select the most important factor) *
 - b) study controls for any additional factor * (This criteria could be modified to indicate specific control for a second important factor.)

Outcome

- 1) Assessment of outcome
 - a) independent blind assessment *
 - b) record linkage *
 - c) self report
 - d) no description
- 2) Was follow-up long enough for outcomes to occur
 - a) yes (select an adequate follow up period for outcome of interest) *
 - b) no
- 3) Adequacy of follow up of cohorts
 - a) complete follow up - all subjects accounted for *
 - b) subjects lost to follow up unlikely to introduce bias - small number lost - > ____ % (select an adequate %) follow up, or description provided of those lost) *
 - c) follow up rate < ____% (select an adequate %) and no description of those lost
 - d) no statement

Annexe 3 : Newcastle-Ottawa Scale adaptée pour les études transversales

Newcastle-Ottawa Scale adapted for cross-sectional studies

Selection:

1. Representativeness of the sample:
 - a. Truly representative of the average in the target population. * (all subjects or random sampling)
 - b. Somewhat representative of the average in the target group. * (non-random sampling)
 - c. Selected group of users/convenience sample.
 - d. No description of the derivation of the included subjects.
2. Sample size:
 - a. Justified and satisfactory (including sample size calculation). *
 - b. Not justified.
 - c. No information provided
3. Non-respondents:
 - a. Proportion of target sample recruited attains pre-specified target or basic summary of non-respondent characteristics in sampling frame recorded. *
 - b. Unsatisfactory recruitment rate, no summary data on non-respondents.
 - c. No information provided
4. Ascertainment of the exposure (risk factor):
 - a. Vaccine records/vaccine registry/clinic registers/hospital records only. **
 - b. Parental or personal recall and vaccine/hospital records. *
 - c. Parental/personal recall only.

Comparability: (Maximum 2 stars)

1. Comparability of subjects in different outcome groups on the basis of design or analysis. Confounding factors controlled.
 - a. Data/ results adjusted for relevant predictors/risk factors/confounders e.g. age, sex, time since vaccination, etc. **
 - b. Data/results not adjusted for all relevant confounders/risk factors/information not provided.

Outcome:

1. Assessment of outcome:
 - a. Independent blind assessment using objective validated laboratory methods. **
 - b. Unblinded assessment using objective validated laboratory methods. **
 - c. Used non-standard or non-validated laboratory methods with gold standard. *
 - d. No description/non-standard laboratory methods used.
2. Statistical test:
 - a. Statistical test used to analyse the data clearly described, appropriate and measures of association presented including confidence intervals and probability level (p value). *
 - b. Statistical test not appropriate, not described or incomplete.

Cross-sectional Studies:

Very Good Studies: 9-10 points

Good Studies: 7-8 points

Satisfactory Studies: 5-6 points

Unsatisfactory Studies: 0 to 4 points

This scale has been adapted from the Newcastle-Ottawa Quality Assessment Scale for cohort studies to provide quality assessment of cross sectional studies¹.

¹ Herzog R, et al. Is Healthcare Workers' Intention to Vaccinate Related to their Knowledge, Beliefs and Attitudes? A Systematic Review. *BMC Public Health* 2013 **13**:154

Annexe 4 : Détails de l'étude **Mousavi et al, 2021**

<p><i>Factors Associated With Lower Limb Injuries in Recreational Runners : A Cross-Sectional Survey Including Mental Aspects and Sleep Quality</i></p> <p>Seyed Hamed Mousavi, Juha M Hijmans, Hooman Minoonejad, Reza Rajabi and Johannes Zwerver, 2021 Iran</p>	
Méthodologie	<p>Type : Etude transversale</p> <p>Objectif : Etudier chez les coureurs récréatifs l'association entre les blessures liées à la course et leurs caractéristiques personnelles, d'entraînement, des aspects mentaux (passion obsessionnelle, motivation à faire de l'exercice), la qualité du sommeil, la santé perçue, la qualité de vie et le type de voûte plantaire.</p> <p>Durée : Rétrospectif sur 6 mois</p>
Population	<p>Nombre de participants : 804 coureurs récréatifs</p> <p>Sexe : 462 hommes et 342 femmes</p> <p>Âge moyen : 27 ans</p> <p>IMC moyen : 23 kg/m²</p> <p><u>Niveau sportif</u> : courir depuis au moins 9 mois avant de remplir le questionnaire pour un minimum de 5 km par semaine et non classé comme coureur d'élite par la fédération d'athlétisme.</p>
Intervention (facteurs de risque étudiés)	<p>Les participants ont été recruté grâce à des dépliants dans divers lieux relatif aux sports et la santé ainsi que les réseaux sociaux. Les données collectées, via un questionnaire (google form), sont les suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Âge, - Poids, - Taille, - Niveau d'éducation, - Type de voûte plantaire, - Antécédents de blessure lié à la course, - Localisation de la lésion, - Profils de course : expérience de course, distance de course hebdomadaire, vitesse, fréquence hebdomadaire, surface de course, chaussures de course, type de frappe du pied, échauffement, récupération, programme d'entraînement à la course à pied, course en groupe. <p>Pour la mesure de la voûte plantaire (normal, pied plat ou pied creux), les coureurs ont été invités à préalablement consulter leur médecin ou kinésithérapeute. Une instruction (lien en ligne) pour évaluer la voûte plantaire a été fournie (pas plus d'information sur la méthode utilisée).</p>
Critère de jugement	<p>Une blessure liée à la course est définie par « une douleur musculo- squelettique liée à la course (entraînement ou compétition) des membres inférieurs qui entraîne une restriction (distance, vitesse, durée ou entraînement) ou un arrêt de la course pendant au moins 7 jours ou 3 séances d'entraînement programmées consécutives, ou qui oblige le coureur à consulter un médecin ou un autre professionnel de la santé. » L'entorse de cheville fait partie de ces blessures.</p> <p>Le type de blessure (parmi la liste) était donné sur la base d'une consultation des participants avec leur médecin ou kinésithérapeute. Blessures survenues dans les 6 derniers mois.</p>

Annexe 5 : Détails de l'étude Shahi et al, 2020

<p><i>Risk Factors Influencing the Incidence of Ankle Sprain Among Elite Football and Basketball Players</i> <i>A Prospective Study</i></p> <p>Mohammad Hosein Pourgharib Shahi, Maryam Selk Ghaffari, Mohammad Ali Mansournia and Farzin Halabchi, 2020 Iran</p>	
Méthodologie	<p>Type : Etude de cohorte prospective</p> <p>Objectif : Etudier si certains facteurs intrinsèques et des tests cliniques pourraient prédire l'incidence de l'entorse latérale de cheville chez les joueurs de football et de basketball d'élite</p> <p>Durée : Prospective sur 1 an</p>
Population	<p>Nombre de participants : 106 joueurs de basketball et de football d'élite</p> <p>Âge moyen : $19,8 \pm 4,5$ ans</p> <p>Taille moyenne : $183,7 \pm 10,1$ cm</p> <p>Poids moyen : $76,9 \pm 12,8$ kg</p> <p><u>Critères d'inclusion</u> :</p> <ul style="list-style-type: none">- Sexe masculin,- Age de 15 à 40 ans. <p><u>Critères d'exclusion</u> :</p> <ul style="list-style-type: none">- Demande du patient de quitter l'étude,- Antécédents de chirurgie orthopédique des membres inférieurs et tout désalignement du genou ou du bassin ou une déformation de la colonne vertébrale. <p><u>Niveau sportif</u> : Joueur professionnel depuis au moins 1 an et min 3 à 5 séances d'entraînement par semaine dans les 6 derniers mois</p>
Intervention (facteurs de risque étudiés)	<p>Les données collectées, grâce à des mesures réalisées dans la clinique de médecine sportive par un seul spécialiste expérimenté en médecine du sport, sont les suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none">- La posture du pied : score du Foot Posture Index-6,- La laxité articulaire généralisé,- La laxité des ligaments latéraux,- L'équilibre statique et semi-dynamique,- L'amplitude de mouvement de la cheville et du 1^{er} orteil.
Critère de jugement	<p>Les antécédents d'entorse de la cheville ainsi que leur gravité et le nombre de blessures au cours des 2 dernières années ont été récoltés lors de la période de pré-saison pour chaque participant.</p> <p>La survenue de nouvelles entorses de la cheville a été signalée par les médecins de l'équipe sur une période d'un an. Pour éviter la sous-déclaration, les chercheurs ont également contacté les joueurs tous les mois pour évaluer leur état.</p>

Annexe 6 : Détails de l'étude **Lopezosa-Reca et al, 2017**

<p><i><u>Is There Any Association Between Foot Posture and Lower Limb-Related Injuries in Professional Male Basketball Players ? A Cross-Sectional Study</u></i></p> <p>Eva Lopezosa-Reca, Gabriel Gijon-Nogueron, Jose Miguel Morales-Asencio, Jose Antonio Cervera-Marin and Alejandro Luque-Suarez, 2017 Espagne</p>	
Méthodologie	<p>Type : Etude transversale</p> <p>Objectif : Déterminer la relation entre la posture du pied, les blessures aux membres inférieurs et la position de jeu chez les basketteurs professionnels.</p> <p>Durée : Rétrospectif sur 10 ans</p>
Population	<p>Nombre de participants : 220 basketteurs masculins parmi les équipes des 2 ligues majeures de basket-ball en Espagne (d'octobre 2011 à octobre 2014)</p> <p>Âge moyen : 22,5 ans</p> <p>Taille moyenne : 195,7 cm</p> <p>Poids moyen : 92,2 kg</p> <p><u>Critères d'inclusion</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Participants âgés de 18 ans ou plus, - Au moins 10 ans d'expérience dans le basketball. <p><u>Critères d'exclusion</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> - La présence d'une blessure grave au pied pouvant avoir entraîné un changement morphologique au cours des 6 derniers mois, - Un mauvais équilibre ou un œdème du pied ou de la cheville pouvant empêcher l'obtention du Foot Posture Index (FPI). <p><u>Niveau sportif</u> : Au moins 10 ans d'expérience dans le basketball</p>
Intervention (facteurs de risque étudiés)	<p>Les données suivantes ont été collectées :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Âge, - Poids, - Taille, - Expérience, - Heures d'entraînement, - Position de jeu, - Posture du pied : score Foot Posture Index.
Critère de jugement	<p>Une blessure a été définie comme :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Un accident de basket-ball avec une cause/apparition soudaine et directe, nécessitant des soins médicaux (même s'ils sont minimes), et qui a fait manquer au joueur au moins 1 séance d'entraînement ou match de compétition, - Une blessure due au surmenage ayant causé un entraînement manqué et/ou un match de compétition. - Les crampes musculaires et les ecchymoses légères ont été exclues de la définition. <p>Les blessures sportives ont été classées en 8 possibilités différentes, selon les blessures les plus courantes signalées par le personnel médical comprenant l'entorse latérale de la cheville.</p> <p>Les données sur les blessures sportives ont été obtenues à partir des dossiers médicaux (tests cliniques et des imageries) conservés par les équipes.</p> <p>Les blessures subies au cours des 10 dernières années ont été enregistrées.</p>

Annexe 7 : Détails de l'étude *Sman et al, 2017*

<u><i>Predictive factors for ankle syndesmosis injury in football players : A prospective study</i></u>	
Amy D. Sman, Claire E. Hiller, Katherine Rae, James Linklater, John Morellatod, Nathan Trist, Leslie L. Nicholson, Deborah A. Black, Kathryn M. Refshauge, 2013 Australie	
Méthodologie	Type : Etude de cohorte prospective Objectif : Identifier les facteurs prédictifs de blessure de la syndesmose de cheville chez les joueurs de football et de rugby. Durée : Deux saisons sportives (de 2010 à 2012)
Population	Nombre de participants : 202 joueurs masculins de rugby et de football Âge moyen : 21 ± 3,3 ans Taille moyenne : 184,6 ± 5,9 cm (non-blessés) et 182,1 ± 6,2 cm (blessés) Poids moyen : 95,2 ± 13 kg (non-blessés) et 92,5 ± 10 kg (blessés) <u>Critères d'inclusion</u> : - Agés de plus de 16 ans <u>Critères d'exclusion</u> : - Présence de symptômes lors des tests de base qui pourraient affecter les performances <u>Niveau sportif</u> : 3 clubs professionnels de la Ligue de rugby, 1 clubs de niveau amateur de la Rugby Union et 1 club de la Ligue australienne de football (AFL) à Sydney et à Canberra
Intervention (facteurs de risque étudiés)	Les participants ont rempli un questionnaire comprenant : l'âge, la taille, le poids (dont l'IMC a été dérivé), le type de sport pratiqué, la position de jeu, le niveau de compétition, les entorses antérieures de la cheville ou de la syndesmose et les blessures antérieures au bas du corps. Les variables prédictives, mesurées par des évaluateurs formés à l'aide de tests standardisés, sont les suivantes : - La dominance des membres inférieurs, - L'amplitude de dorsiflexion restreinte, - La force isocinétique de la cheville, - La fatigue musculaire du mollet, - La stabilité posturale, - La hauteur de saut, - La force et puissance des membres inférieurs, - Le type de pied : score Foot Posture Index (FPI) .
Critère de jugement	Une blessure à la cheville est définie par « toute blessure à la cheville subie pendant l'entraînement de football ou le temps de jeu entraînant au moins une séance d'entraînement ou un match raté ou modifié par la suite ». Toutes les blessures aiguës de la cheville ont été évaluées par un physiothérapeute ou un médecin du sport dans les 24 heures. Lorsque le clinicien, sur la base du mécanisme de la blessure et de l'examen physique, soupçonnait une lésion de syndesmose, le joueur était référé pour une imagerie par résonance magnétique (IRM) . Toutes les blessures à la cheville ont été enregistrées sur une saison (7 mois).

Annexe 8 : Détails de l'étude Mei-Dan et al, 2005

<i>The Medial Longitudinal Arch as a Possible Risk Factor for Ankle Sprains : A Prospective Study in 83 Female Infantry Recruits</i>	
Omer Mei-Dan, Gadi Kahn, Aviva Zeev, Amir Rubin, Naama Constantini, Adi Even, Meir Nyska, Gideon Mann, 2005 Israël	
Méthodologie	Type : Etude de cohorte prospective et rétrospective Objectif : Déterminer si la structure de la voûte plantaire est un facteur de risque d'entorses aiguës et récurrentes de la cheville Durée : Prospective sur 4 mois
Population	Nombre de participants : 83 recrues féminines de l'infanterie de la police des frontières Âge moyen : 18,5 ± 1 ans Taille moyenne : 160,7 ± 5,5 cm Poids moyen : 57 ± 8,5 kg <u>Critères d'inclusion</u> : - Pas symptômes liés aux pieds avant l'entraînement de base <u>Critères d'exclusion</u> : - Sujet ayant un pied dans le groupe à voûte basse et l'autre pied dans le groupe à voûte haute <u>Niveau sportif</u> : Formation de base de l'infanterie avec des activités intenses d'une journée complète
Intervention (facteurs de risque étudiés)	L'arche longitudinale a été mesurée grâce à l' indice de Chippaux-Smirak (rapport entre la partie la plus étroite du médio-pied (ligne B) et la partie la plus large du pied (ligne A) mesuré entre les têtes des premier et cinquième métatarsiens) à partir d' empreintes prises à l'aide d'un appareil Harris Mat . Les sujets ont été répartis en trois groupes : voûte basse, normale ou haute, selon leur indice de Chippaux-Smirak. Si chaque pied d'un sujet tombait dans un groupe d'arches différent et voisin, la moyenne des deux indices Chippaux-Smirak était calculée et le sujet était placé dans un groupe en fonction de ce résultat.
Critère de jugement	Tous les sujets ont rempli un questionnaire sur leurs antécédents d'entorses avec le grade et la présence ou non de récurrence (données rétrospectives). Durant les 4 mois de recherche, chaque entorse de la cheville a été documentée et classée selon son grade et sa cause (données prospectives).

Annexe 9 : Grille du « Foot Posture index »

Foot Posture Index Datasheet

Patient name	ID number
---------------------	------------------

	FACTOR	PLANE	SCORE 1		SCORE 2		SCORE 3	
			Date _____		Date _____		Date _____	
			Comment _____		Comment _____		Comment _____	
			Left -2 to +2	Right -2 to +2	Left -2 to +2	Right -2 to +2	Left -2 to +2	Right -2 to +2
Rearfoot	Talar head palpation	<i>Transverse</i>						
	Curves above and below the lateral malleolus	<i>Frontal/ transverse</i>						
	Inversion/eversion of the calcaneus	<i>Frontal</i>						
Forefoot	Prominence in the region of the TNJ	<i>Transverse</i>						
	Congruence of the medial longitudinal arch	<i>Sagittal</i>						
	Abd/adduction forefoot on rearfoot	<i>Transverse</i>						
TOTAL								

Reference values
 Normal = 0 to +5
 Pronated = +6 to +9, Highly pronated 10+
 Supinated = -1 to -4, Highly supinated -5 to -12

©Anthony Redmond 1998
 (May be copied for clinical use and adapted
 with the permission of the copyright holder)
www.leeds.ac.uk/medicine/FASTER/FPI

Annexe 10 : Niveau de preuve selon la HAS

Niveau de preuve	Description
Fort	<ul style="list-style-type: none"> - le protocole est adapté pour répondre au mieux à la question posée ; - la réalisation est effectuée sans biais majeur ; - l'analyse statistique est adaptée aux objectifs ; - la puissance est suffisante.
Intermédiaire	<ul style="list-style-type: none"> - le protocole est adapté pour répondre au mieux à la question posée ; - puissance nettement insuffisante (effectif insuffisant ou puissance <i>a posteriori</i> insuffisante) ; - et/ou des anomalies mineures.
Faible	Autres types d'études.

Annexe 11 : Grade des recommandations selon la HAS

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

RÉSUMÉ

Introduction : L'entorse de cheville représente la pathologie la plus fréquente en matière de traumatologie de l'appareil locomoteur ; en effet, on en décompte **6 000 par jour** en France. La population des sportifs est très largement touchée par l'entorse de cheville puisqu'elle constitue **25%** de leurs blessures. L'identification de ses facteurs de risque est primordiale afin de prévenir son apparition.

Objectif : Le but de cette revue de littérature systématique est de déterminer si la morphologie du pied est un facteur de risque de l'entorse de cheville dans la population sportive.

Méthodologie de recherche : Différentes bases de données (PubMed, PEDro, Cochrane Library, KinéDoc, Google Scholar) ont été utilisées pour sélectionner les articles éligibles à cette revue. Les recherches ont été effectuées entre novembre 2021 et février 2022. Elles ont porté sur les études susceptibles d'analyser l'association entre l'entorse de cheville et l'exposition à des facteurs de risques intrinsèques dont la posture des pieds (c.-à-d. pied plat et pied creux). Les études incluses sont des études observationnelles, de cohorte et transversales.

Résultats et analyses : Suite à l'investigation, 5 articles ont été inclus dans la revue : 3 études de cohorte et 2 études transversales. Des discordances existent dans les résultats, avec une association positive entre le type de pied et l'entorse de cheville identifiée par deux études chez les coureurs récréatif et les recrues d'une infanterie tandis qu'aucune association n'est trouvée dans les trois autres études.

Discussion : La présence de nombreux biais méthodologiques, un faible niveau de preuve ainsi qu'une hétérogénéité importante entre les études ne permettent pas de conclure sur un lien de causalité entre la morphologie des pieds et l'apparition de l'entorse de cheville. La réalisation d'études supplémentaires est indispensable pour répondre à cette question.

Mots clés : Entorse de cheville, morphologie des pieds, sportif, facteur de risque intrinsèque

ABSTRACT

Introduction: Ankle sprain represents the most common pathology in terms of musculoskeletal system's traumatology – 6,000 per day in France. The athletes' population is widely affected by ankle sprain since it accounts for 25% of their injuries. Identifying its risk factors, in order to prevent its outbreak, is essential.

Objective: The purpose of this systematic literature review is to determine if the foot morphology is a risk factor for ankle sprain in the population practising sport.

Research methodology: Different databases (PubMed, PEDro, Cochrane Library, KinéDoc, Google Scholar) were used to select the articles eligible for this review. The searches were carried out between November 2021 and February 2022. They focused on studies which were likely to analyse the association between ankle sprain and exposure to intrinsic risk factors including foot posture (i.e. flat foot and cavus foot). Included studies are observational cohort and cross-sectional studies.

Results and analysis: Following the investigation, 5 articles were included in the review: 3 cohort studies and 2 cross-sectional studies. Discrepancies exist in the results, with a positive association, between foot type and ankle sprain, identified by two studies in recreational runners and infantry recruits while no association was found in the other 3 studies.

Discussion: The presence of numerous methodological biases, a low level of evidence, and a significant heterogeneity between the studies do not allow us to conclude on a causal link between the foot morphology and the onset of ankle sprain. Further studies are needed to answer this question.

Keywords: Ankle sprain, foot posture, athletes, intrinsic risk factor