



HAL
open science

Quels sont les facteurs de risque de la maladie de Sever chez les jeunes ?

Mohamed-Amine Nassiri

► **To cite this version:**

Mohamed-Amine Nassiri. Quels sont les facteurs de risque de la maladie de Sever chez les jeunes ?. Sciences du Vivant [q-bio]. 2023. dumas-04265653

HAL Id: dumas-04265653

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04265653v1>

Submitted on 31 Oct 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.

**QUELS SONT LES FACTEURS DE RISQUE DE
LA MALADIE DE SEVER CHEZ LES JEUNES ?**

NASSIRI Mohamed-Amine

Directeur de mémoire : M.MARTIN-TEISSERE Pierre

REMERCIEMENTS

En premier lieu, je tiens à adresser mes remerciements les plus sincères à mon directeur de mémoire M. Pierre MARTIN-TEISSERE pour m'avoir suivi, conseillé, motivé et aidé dans la réalisation de mon mémoire. Merci également d'avoir su me transmettre sa vision de notre beau métier.

Un grand merci à l'ensemble de mes collègues et désormais amis de la clinique Saint-Martin avec qui j'ai partagé 3 belles années et qui m'ont permis de renforcer mon attrait pour la kinésithérapie.

Je tenais aussi à remercier Mme. Béatrice CAORS et M. Müller. Sans vos conseils et votre accompagnement je n'aurais jamais suivi la voie de l'apprentissage et je n'aurais sûrement pas été aujourd'hui à l'aube de ma nouvelle vie de professionnelle.

Je remercie également tous mes amis que j'ai croisé le de mon long périple, ceux d'enfance, ceux de Kduc et ceux de l'EFMK.

J'ai une pensée particulière à vous, Célian, Amandine et Marine, durant ses 4 années sans vous dans je n'y serais sûrement jamais arrivé. Vous m'avez été d'un soutien et d'une aide si précieuse...

Merci également à mes petits EBP viking (Alexandra, Margot, Antoine et Manu) pour tous ses moments partagés avec vous depuis la 1^{ère} année.

Il est maintenant temps pour moi de remercier ma famille, mes plus fidèles supporter ceux qui ont toujours cru en moi et qui m'ont toujours soutenu. Les mots ne seront jamais suffisants pour rendre tout ce que vous m'avez donné et transmis et ceux depuis toujours.

Merci à toi papa pour tous tes conseils que tu m'as transmis merci d'avoir toujours eu un œil avisé et critique sur tout ce que je faisais. Merci à toi maman pour tout l'amour que tu m'as donné et que tu continues de me témoigner. Vous êtes mes piliers je vous aime et j'espère que je vous aurai toujours à mes côtés.

Merci à Ryme, Doha et Aymane de m'avoir toujours supporté notamment depuis la PACES. Vous m'avez permis de toujours garder le cap et de ne jamais abandonner.

Pour finir, merci à toi Sokaina d'être dans ma vie et de me soutenir dans les bons comme dans les mauvais moments, j'espère de tout cœur voir tous nos futurs projets se réaliser.

Table des matières

1	Introduction	1
1.1	<i>Physiopathologie</i>	1
1.2	<i>Anatomie</i>	2
1.2.1	Calcanéus	2
1.2.2	Tendon calcanéen	3
1.3	<i>Croissance, développement et maturation : définitions</i>	5
1.3.1	Période prénatale	6
1.3.2	L'enfance	6
1.3.3	La puberté	6
1.4	<i>Croissance et maturation</i>	7
1.5	<i>Mécanisme de développement de la maladie de Sever</i>	9
1.6	<i>Symptômes et diagnostic</i>	10
1.6.1	Symptômes	10
1.6.2	Diagnostic	10
1.7	<i>Complications</i>	11
1.8	<i>Traitements</i>	11
1.9	<i>Activité physique</i>	12
1.10	<i>Enjeux de cette revue</i>	13
1.11	<i>Objectifs PICO</i>	13
2	Méthode	14
2.1	<i>Définition de notre étude</i>	14
2.1.1	Types d'études	14
2.1.2	Description des 3 types d'études	15
2.2	<i>Méthodologie de recherche</i>	16
2.2.1	Bases de données utilisées	16
2.2.2	Modèle PICO	17
2.2.3	Équation de recherche	17
2.3	<i>Méthode de sélection des études</i>	18
2.3.1	Critères d'inclusion	18
2.3.2	Critère d'exclusion	18
2.3.3	Sélection des articles	18

2.4	<i>Extraction des données et synthèse des résultats</i>	19
2.5	<i>Évaluation du risque de biais</i>	20
3	Résultats	22
3.1	<i>Description des études incluses et exclues</i>	22
3.2	<i>Études exclues après lecture du titre</i>	23
3.3	<i>Études exclues après lecture de l'abstract</i>	23
3.4	<i>Étude exclue après lecture de l'article complet</i>	23
3.5	<i>Études incluses</i>	24
3.5.1	But des études incluses	24
3.5.2	Risques de biais des études	24
3.5.3	Description des études incluses.....	26
3.6	<i>Effet de l'intervention sur le critère de jugement</i>	27
4	Discussion	33
4.1	<i>Analyse des principaux résultats</i>	33
4.1.1	Facteurs de risque anthropométrique.....	33
4.1.2	Facteurs de risque morphométrique	34
4.1.3	Facteurs de risque extrinsèques	35
4.2	<i>Applicabilité des résultats en situation clinique</i>	37
4.3	<i>Qualité des preuves</i>	38
4.4	<i>Biais potentiels de la revue</i>	38
4.5	<i>Applicabilité des résultats dans la recherche</i>	40
5	Conclusion	41
6	Bibliographie	42

Liste des abréviations :

IMC : Indice de Masse Corporel

NHMRC : National Health and Medical Research Council

RR : Risque Relatif

NOS : Newcastle-Ottawa Scale

IC : Intervalle de Confiance

OR : Odd ratio

FPI : Foot Posture Index (indice de posture du pied)

NCSP : Position Neutre de l'Appui Calcanéen

RCSP : Position de l'Appui Calcanéen au Repos.

COP : Center Of Pressure

HAS : Haute Autorité de Santé

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

1 Introduction

1.1 Physiopathologie

La maladie de Sever est une pathologie de croissance décrite la première fois par le docteur orthopédiste James Warren Sever en 1912 [1]. Cette pathologie se manifeste au cours de la période de croissance. Bien qu'elle ne soit pas grave en soi, elle peut être handicapante chez l'enfant et/ou le jeune adolescent.

Cette affection, également appelée apophysite calcanéenne, est une ostéochondrite apophysaire qui se déclenche au niveau du calcaneus, le plus souvent elle est bilatérale [2], [3]. Une ostéochondrite correspond à un trouble de l'ossification (avec présence d'une inflammation localement) du cartilage de croissance.

Ici, cette pathologie se développe au niveau du noyau d'ossification postérieur, lieu d'insertion du tendon calcanéen (achilléen) et du court fléchisseur plantaire.

Ce noyau d'ossification apparaît généralement entre 8 et 15 ans [4] et se soude à la fin de la période de croissance, lorsque la puberté se termine.

Durant cette période, on observe que la croissance osseuse diffère de celle des muscles et de leurs tendons, en effet les os croissent plus vite, créant ainsi une contrainte de cisaillement due à leur orientation verticale et à la traction exercée sur ce dernier au niveau de la plaque de croissance [5][6].

L'inflammation est provoquée par des microtraumatismes répétitifs qui surviennent lors d'une activité physique intense et fréquente.

Cette douleur intense se manifeste sous le talon et/ou niveau du tendon et se nomme de façon non spécifique talalgie. Cette talalgie est une douleur de type mécanique. En effet, elle s'accroît à l'effort et diminue au repos [5][7].

La période de convalescence dure en moyenne de 6 à 12 mois, bien que la douleur puisse persister jusqu'à 2 ans. À long terme, aucune séquelle n'a été observée [5].

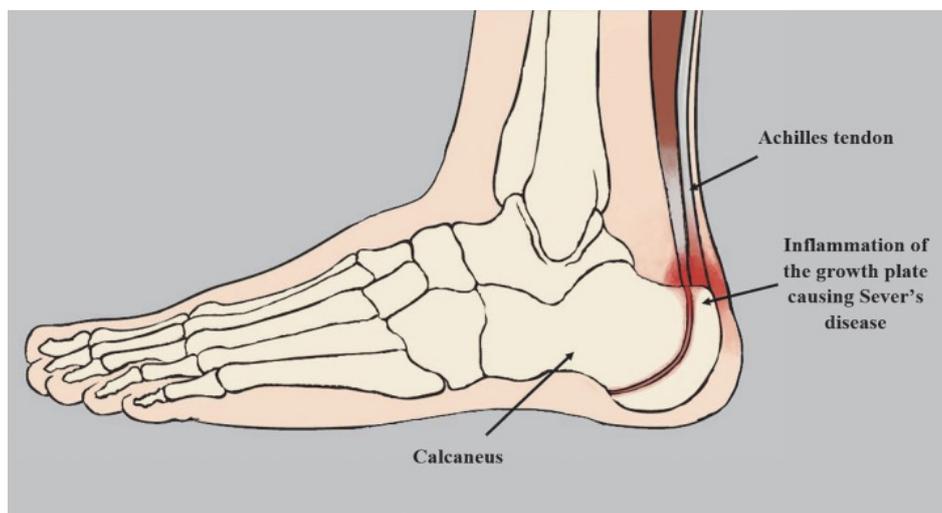


Figure 1 : Anatomie de la maladie de Sever [8]

1.2 Anatomie

1.2.1 Calcanéus

Le calcanéus se situe à la partie postéro-inférieure du pied, dont il représente l'os le plus volumineux. Il compose avec le talus le tarse postérieur. Il est le siège de multiples insertions tendineuses et ligamentaires avec notamment, au niveau de l'apophyse calcanéenne, le tendon calcanéen. Du fait de ses nombreuses zones d'insertion, il est très sollicité lors de la vie courante que ce soit lors de la station debout, de la marche, de la course, des sauts... Il possède un grand axe de 20° en haut et en avant [10], [11], [12].

Le calcanéus est constitué de plusieurs parties :

- La tubérosité postérieure qui est la partie la plus proéminente de l'os, celle qui forme le talon.
- Le corps du calcanéus qui est la partie la plus volumineuse, située entre la tubérosité postérieure et la tête de l'os.
- La tête du calcanéus qui est la partie antérieure de l'os, qui s'articule avec le talus.

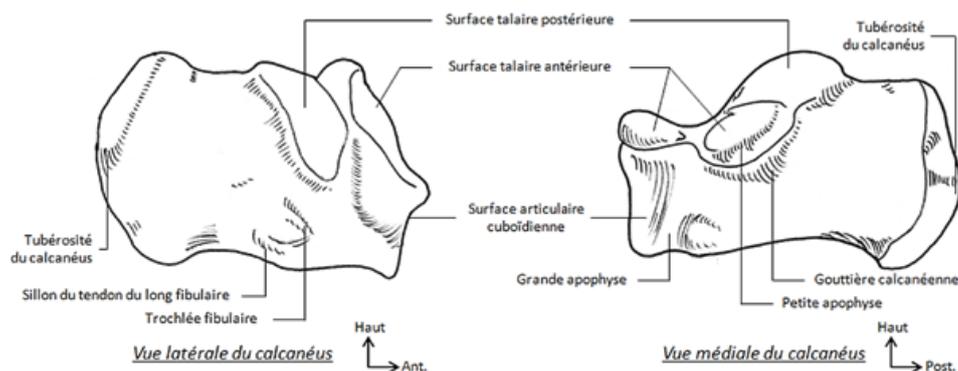


Figure 2 : vue latérale et médiale du calcanéus [9]

Par ailleurs, il présente 6 faces :

- | | | |
|-------------------|-------------------|--------------------|
| - Face supérieure | - Face inférieure | - Face médiale |
| - Face antérieure | - Face latérale | - Face postérieure |

- La face inférieure, est la partie la plus sollicitée lors de la marche et de la course. Elle est rugueuse et présente plusieurs reliefs, le plus important étant la tubérosité plantaire, qui sert d'attache pour le fascia plantaire et le muscle soléaire.
- La face latérale présente une surface articulaire pour l'articulation sous-talienne, ainsi que des reliefs pour les tendons du court et du long fibulaire.
- La face médiale présente le ligament calcanéo-naviculaire, ainsi que des reliefs pour les tendons du tibial postérieur et du fléchisseur commun des orteils.
- La face postérieure de ce dernier est ovale et présente un axe vertical, le tendon calcanéen s'insérant entre autres sur cette zone (Fig.3[10]).

La face postérieure possède trois parties :

- Supérieure → Libre avec la présence de la bourse synoviale pré-tendineuse du tendon calcanéen
- Moyenne → Saillante et donne insertion au tendon calcanéen
- Inférieure → Mince où l'on retrouve une crête rugueuse transversale sur laquelle s'insère l'aponévrose plantaire [3].

2-122
Vue postérieure du calcaneus (les pointillés délimitent la face postérieure).
1. Canal calcanéen (creusé aux dépens de l'os)
2. Plantaire
3. Tendon calcanéen

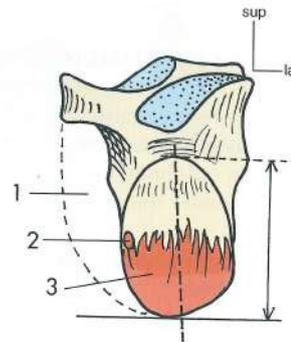


Figure 3 : Vue postérieure du calcaneus [10]

Pour finir, le calcaneus présente 2 articulations :

- Une avec le talus nommé articulation sous talienne.
- Une avec le cuboïde faisant partie de l'articulation transverse du tarse.

1.2.2 Tendon calcanéen

Le tendon calcanéen, également connu sous le nom de tendon d'Achille ou tendon achilléen, est le plus gros et le plus puissant tendon du corps humain. Il est situé à l'arrière de la cheville et relie les muscles du triceps sural, à savoir le gastrocnémien et le soléaire, au calcaneus. Il est oblique en bas et en dedans.

Ce tendon est essentiel pour la marche, la course, le saut et plus globalement pour toutes les activités impliquant une extension de la cheville. Ce tendon est très saillant et sépare les deux gouttières rétro malléolaires [10], [11], [12].

TRICEPS SURAL

► 4-212

Aspect du triceps sural.
 1. Gastrocnémien médial
 2. Gastrocnémien latéral
 3. Soléaire
 4. Tendon calcanéen

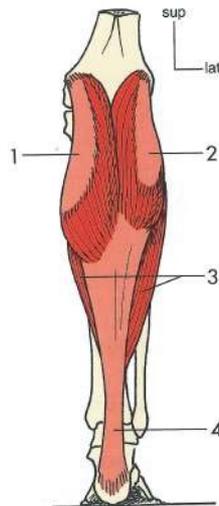


Figure 4 : Tendon du triceps sural [10]

Le triceps sural donne part en un plan superficiel composé des deux chefs et d'une autre part en un plan profond dans lequel est situé le soléaire. Ces 3 muscles constituent ensemble le galbe du mollet.

Les gastrocnémiens sont poly-articulaires. Ils s'insèrent respectivement sur les épicondyles médiaux et latéraux du fémur. Leur trajet est vertical en bas et en arrière et se termine sur la face postérieure du calcaneus grâce au tendon d'Achille. Ces deux muscles sont semi-penniformes.

Le muscle soléaire, quant à lui, est un muscle mono-articulaire qui prend son origine au niveau du col de la fibula et sur le tibia au niveau de la crête oblique et du tiers moyen du bord médial. Son trajet et sa terminaison sont les mêmes que celui des gastrocnémiens.

► 4-216

Trajet des fibres musculaires du gastrocnémien (a) et du soléaire (b).
 1. Lame d'origine d'un gastrocnémien
 2. Lame d'origine du soléaire
 3. Lame de terminaison du gastrocnémien
 4. Lame accessoire de terminaison du soléaire
 5. Lame principale de terminaison du soléaire
 6. Tendon calcanéen

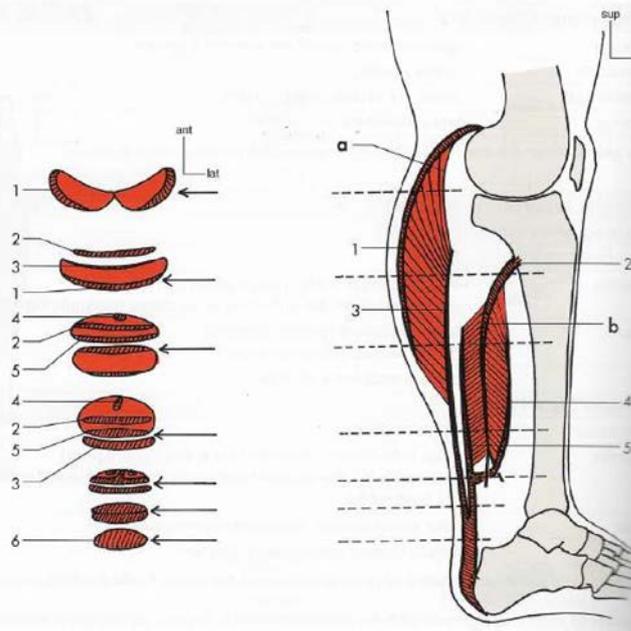


Figure 5 : Fibres musculaires du triceps sural [10]

L'innervation du triceps sural se fait via le nerf tibial avec pour le soléaire les racines L4, L5 et S1 tandis que se sont les racines L5, S1 et S2 qui innervent les gastrocnémiens. La vascularisation du soléaire provient de l'artère poplitée alors qu'elle provient des artères tibiales postérieure et fibulaires pour les gastrocnémiens.

Le triceps sural est le muscle principal de la flexion plantaire. Les gastrocnémiens étant bi-articulaires, ils possèdent également une action au niveau du genou. En effet, ils sont fléchisseurs du genou en chaîne cinétique ouverte et extenseurs du genou en chaîne cinétique fermée, cela se fait en co-contraction avec les ischios-jambiers et constituant le paradoxe de Lombard.

Étant un muscle puissant utilisé en permanence lors de la marche et la course il applique des contraintes plus ou moins importantes, dépendant directement de l'activité physique pratiqué, l'apophyse calcanéenne peut être sujette à des épisodes d'inflammation [10], [11], [12].

1.3 Croissance, développement et maturation : définitions

La croissance est un processus biologique complexe qui se manifeste par une augmentation de la taille et du poids d'un individu. Ce processus est le résultat de l'accroissement de la taille et du volume des organes et des tissus.

Elle commence dès la période prénatale et se poursuit jusqu'à l'âge adulte, incluant l'enfance et l'adolescence, durant lesquelles une augmentation de la taille et du volume des membres, du tronc, de la tête et des organes est observée. La croissance est influencée par de nombreux facteurs notamment génétiques, environnementaux et hormonaux.

Le développement quant à lui, est un processus biologique défini comme un changement qualitatif qui affecte l'individu et inclut la maturation du cerveau, des fonctions psychiques ainsi que l'apparition de nouvelles fonctions telles que la menstruation chez les filles ou la spermatogenèse chez les garçons.

Cette maturation implique également la croissance des tissus, notamment les tissus nerveux, osseux, fibreux et musculaires, cela contribue à évoluer vers l'âge adulte. Ce développement est lui aussi influencé par les différents facteurs sus nommés.

La croissance et la maturation sont toutes deux soutenues par des mécanismes cellulaires complexes. La croissance concerne principalement l'aspect quantitatif, telle que la prolifération cellulaire, tandis que la maturation se concentre sur l'aspect qualitatif, tels que les processus de différenciation cellulaire.

La croissance et la maturation sont étroitement liées, car les processus de maturation nécessitent une croissance suffisante pour se produire. Ainsi, la croissance est un élément essentiel du développement et de la maturation chez les êtres vivants.

En somme, la croissance, le développement et la maturation sont des processus biologiques complexes et étroitement liés qui impliquent une variété de facteurs génétiques et environnementaux (activité physique, alimentation...) [13]. La compréhension de ces processus est essentielle pour évaluer la santé et le bien-être des individus tout au long de leur vie [14].

L'évaluation de la croissance se fera à l'aide de normes telles que les courbes de Sempé, CDC ou les courbes récentes établies par l'Organisation Mondiale de la Santé [15].

1.3.1 Période prénatale

Pendant la période prénatale, la croissance se divise en deux étapes : la période embryonnaire et la période fœtale. La croissance fœtale est un phénomène quantitatif, où l'on observe des variations dans le rythme de la croissance, avec des périodes de croissance plus rapides ou plus lentes.

Il existe deux types de croissance cellulaire durant cette phase :

- L'hyperplasie cellulaire, où le nombre de cellules augmente en même temps que l'ADN.
- L'hypertrophie cellulaire, où le nombre de cellules n'augmentent pas mais ces dernières augmentent en masse, entraînant une augmentation de la quantité d'ARN et de protéines [16].

1.3.2 L'enfance

→ On peut diviser cette période en deux stades.

Tout d'abord, il y a une phase initiale qui s'étend de la naissance à environ deux ans où l'on observe une croissance rapide dans continuité de la vie prénatale. Chez la plupart des garçons, leur taille à l'âge de 2 ans représente la moitié de leur taille adulte.

La deuxième phase s'étend de 2 ans jusqu'au début de la puberté, la croissance devient régulière plus ou moins constante d'un point de vue annuelle et est contrôlée par les hormones de croissance.

Cependant, malgré cette constance, la croissance présente une variabilité et dépend de nombreux facteurs tels que la génétique, l'environnement expliquant la grande fluctuation entre les sujets, qu'importe le sexe de l'enfant [17].

1.3.3 La puberté

La puberté est période transitoire entre l'enfance et l'âge adulte, affectant l'ensemble du corps, y compris les organes génitaux qui se développent pour atteindre leur maturité et ainsi permettre la reproduction. Les filles atteignent généralement leur puberté plus tôt que les garçons, à environ 11 ans en moyenne pour les filles contre 12 ans pour les garçons.

Au début de la puberté, la croissance s'accélère chez les filles, avec une moyenne d'environ 8 cm par an, avant de ralentir vers l'âge de 13 ans, avec l'apparition des premières règles, et de s'arrêter environ à l'âge de 16 ans, avec un gain total moyen de 20 cm.

Chez les garçons, la croissance s'accélère également au début de la puberté, avec une moyenne d'environ 10 cm par an, puis ralentit pour atteindre une taille finale d'environ 18 ans, avec un gain total à la fin de la puberté d'environ 25 cm.

1.4 Croissance et maturation

À la naissance, le squelette humain est encore en développement et les os ne sont pas arrivés à maturité. Les os sont classés en deux types, les os plats et les os longs, ces derniers sont constitués de la diaphyse, des épiphyses et de la métaphyse.

Le développement du squelette débute par la migration des cellules mésenchymateuses issues des lignées embryonnaires vers les futurs os. Ce processus implique la formation de condensations cellulaires de haute densité qui détermineront la forme et la taille des os à venir.

À l'intérieur de ces condensations, les cellules se différencient en chondrocytes pour former le modèle cartilagineux ou en ostéoblastes pour directement former de l'os [18].

Le cartilage de croissance, situé au niveau de la métaphyse, joue un rôle essentiel dans le développement du tissu osseux. Ce dernier, hautement spécialisé, subit des modifications, appelé ostéogénèse, tout au long de la croissance et de la vie d'un individu grâce aux cellules ostéogéniques.

Elles sont aux nombres de 3 et ont chacune des rôles spécifiques :

- Les ostéoblastes → Responsable de la synthèse de la matrice extracellulaire
- Les ostéocytes → A l'origine du renouvellement matriciel péri-ostéocytaire
- Les ostéoclastes → Assurant le renouvellement et donc la résorption du tissu osseux

L'ossification peut être soit endochondrale, lorsque le cartilage est remplacé progressivement par du tissu osseux, soit membraneuse, lorsque le tissu mésenchymateux sert de base à l'ossification.

→ Dans le cas de l'ossification du calcaneus, cette dernière se fait grâce à l'ossification endochondrale.

Pendant la vie embryonnaire, des cellules mésenchymateuses forment une amorce de pièce osseuse qui deviendra du cartilage après le deuxième mois de grossesse. Au troisième mois, ce cartilage sera vascularisé, provoquant ainsi une transformation des cellules en ostéoblastes. Ces derniers créeront une première ossification avec la formation au centre d'un os spongieux.

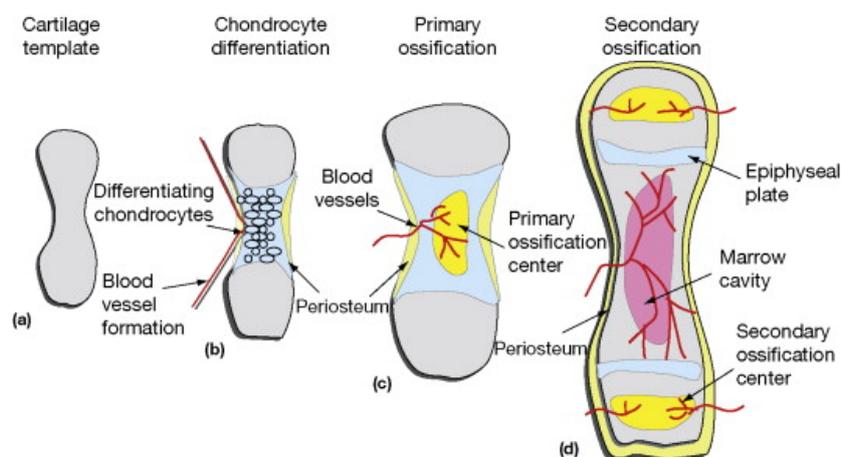


Figure 6 : Schéma de l'ossification endochondrale [19]

Après la naissance, on remarque au niveau des épiphyses l'apparition de centres d'ossifications secondaires, divisées en quatre zones :

- Zone germinale ou de repos
- Zone de prolifération
- Zone d'hypertrophie
- Zone d'ossification endochondrale

La croissance ne se produit qu'au niveau des zones de cartilage de croissance qui séparent l'épiphyse et la métaphyse. Le tissu osseux secondaire résulte de la maturation du cartilage. Cette dernière consiste en une différenciation des cellules ainsi qu'un changement d'organisation. C'est cet ensemble qui permet l'acquisition des fonctions de l'os dit mature.

L'os cortical est déposé par les ostéoblastes autour de l'ébauche de cartilage, ce qui entraîne le développement des centres d'ossification primaires et secondaires, responsables de la croissance longitudinale de l'os.

Le développement coordonné de l'os avec les ligaments, les tendons, les muscles, etc... est crucial pour la fonctionnalité du corps. Les signaux biologiques et mécaniques sont importants pour l'assemblage des unités fonctionnelles.

Ce phénomène de maturation est influencé par les nombreuses contraintes (sport, poids...) et autres stress que subit le squelette de l'enfant durant sa croissance. La maturation osseuse dépend directement du contexte environnemental et psycho-social auquel il sera exposé [21][22].

La fin de la puberté, aux alentours de 15 ans, marque la fin de la seconde ossification, lorsque les deux points d'ossification fusionnent. Tant que la plaque de croissance reste ouverte, elle est sujette aux blessures en cas de mauvaise quantification du stress mécanique imposé.

Ces blessures peuvent entraîner une fermeture précoce de cette plaque de croissance et ainsi empêcher précocement l'os de grandir correctement. Les sports pratiqués à cet âge-là doivent donc respecter ce principe et ne pas dépasser la charge de stress physiologique que peut supporter l'adolescent [7][23].

Pour être fonctionnel, un muscle doit être attaché à un os à un endroit précis, à l'aide d'un tendon sur une protubérance osseuse. Ici, cela correspond à l'apophyse calcanéenne sur laquelle va s'insérer le tendon achilléen. Le développement de cette dernière se fait en coordination avec le développement musculaire et tendineux environnant par ossification endochondrale.

La formation d'une apophyse implique une plaque de croissance régulée par des processus moléculaires et les tractions mécaniques.

La jonction entre les différents types de tissus, osseux et tendineux, à des propriétés biomécaniques et cellulaires qui la rendent vulnérable aux contraintes et aux blessures notamment lors de la pratique intensive du sport [23].

→ La maladie de Sever s'observe lors de la seconde partie de l'ossification à savoir entre 8 et 15 ans [4].

Le schéma ci-dessus met en évidence la date d'apparition moyen des différents noyaux d'ossification secondaire au niveau du pied. On note que le noyau d'ossification de l'apophyse calcanéenne apparaît aux alentours de 10 ans.

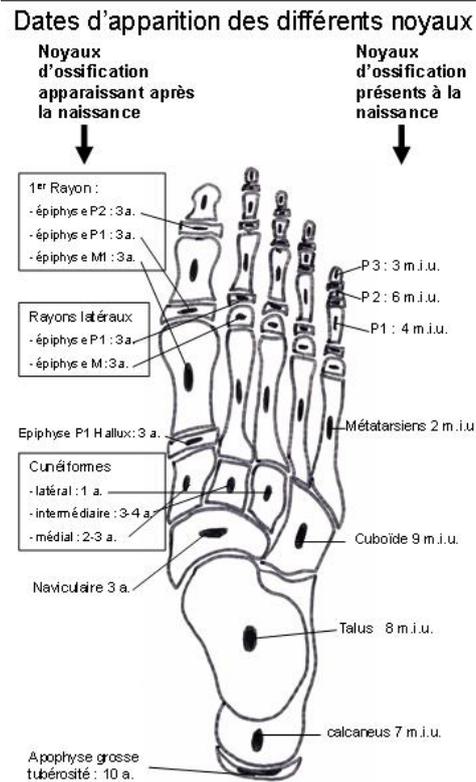


Figure 7 : Schéma représentant les dates d'apparition des noyaux d'ossification du pied [20]

1.5 Mécanisme de développement de la maladie de Sever

Le mécanisme de développement de la maladie de Sever est étroitement lié à la croissance osseuse durant l'enfance/adolescence. Durant cette période, la croissance osseuse est plus rapide que celle des muscles et des tendons qui y sont attachés, créant ainsi une tension excessive sur ces derniers.

Lorsque l'enfant/adolescent participe à des activités physiques trop intenses, cette tension peut devenir insupportable et provoquer une inflammation.

Cette inflammation survient au niveau de la plaque de croissance, également appelée cartilage de conjugaison, qui se situe à l'arrière du calcaneus. Cette plaque est une zone de croissance active qui est particulièrement vulnérable à la tension excessive. Lorsque cette zone est soumise à une contrainte excessive, elle peut se rompre et provoquer des douleurs importantes.

Les activités physiques qui augmentent le risque de développer cette maladie sont nombreuses, parmi celles-ci on retrouve notamment : la course à pied, le football, le basketball et le volley-ball.

Il est important de préciser que l'activité physique adapté n'est pas contre indiqué chez l'enfant/adolescent bien au contraire. Ce qui provoque la maladie de Sever c'est le surmenage. [8]

1.6 Symptômes et diagnostic

1.6.1 Symptômes

Les symptômes de la maladie de Sever sont : [8], [24], [25]

- Douleur au niveau du talon, souvent du côté interne, qui peut irradier vers la voûte plantaire
- Douleur aggravée par la marche, la course à pied, le saut ou toute autre activité physique
- Douleur et sensation de raideur le matin, qui s'améliorent généralement avec l'activité physique
- Œdème et/ou érythème au niveau du talon
- Boiterie et difficulté à marcher normalement
- Chaleur au niveau du talon

1.6.2 Diagnostic

Le diagnostic de la maladie de Sever est basé essentiellement sur un examen clinique approfondi, les tests d'imagerie ne sont pas systématiques, ils ne sont effectués que pour confirmer l'examen clinique. Un diagnostic précis est primordial pour que le traitement soit le plus approprié et le plus efficace possible [8], [24], [25].

L'évaluation clinique de la maladie de Sever se fait donc en plusieurs étapes :

1. Anamnèse : questions sur les antécédents médicaux, l'intensité de la douleur, les antécédents sportifs et les symptômes actuels
2. Examen physique : recherche de zones douloureuses, de diminutions de l'amplitude articulaire, de diminution de la force musculaire, de diminution du périmètre de marche, de la qualité de la marche, de boiteries... [7]
3. Test spécifique : comme le test de compression [26]
4. Imagerie : la radiographie, l'échographie ou même l'imagerie par résonance magnétique ne sera pas spécifique. Seule, elle ne permettra pas de poser un diagnostic, ce sera un outil de confirmation [27],[28],[29]. En effet, un individu peut n'avoir aucun signe sur une imagerie mais être algique et inversement il peut présenter des anomalies à l'imagerie, telles une hyperdensité ou micro-fracture du calcaneus, sans pour autant présenter des symptômes cliniques.
5. Diagnostic différentiel : ici l'imagerie jouera un rôle prépondérant afin d'éliminer tous diagnostics différentiels tel que les affections infectieuses, inflammatoires, rhumatismales, anomalies du développement, fracture du calcaneus, kyste, atteintes neurologiques... [29]

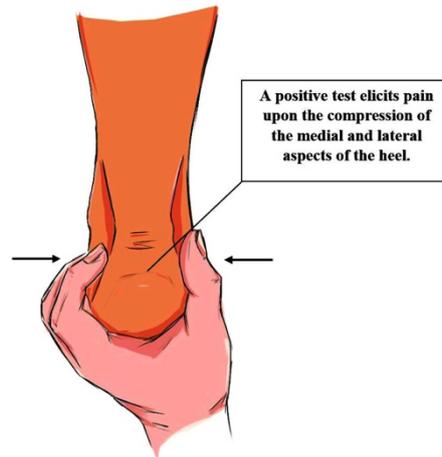


Figure 8 : Test de compression calcanéenne [8]

→ A noter qu'en ce qui concerne la maladie de Sever, l'anamnèse et l'examen clinique sont suffisants pour poser le diagnostic [8].

1.7 Complications

La maladie de Sever est, dans la plupart des cas, une affection bénigne qui se guéri spontanément avec le temps. Cependant, dans de rares cas, des complications peuvent survenir. [8]

La première complication possible est la fracture de stress du calcaneus, qui peut survenir lorsque la maladie de Sever n'a pas été traitée ou si le traitement a été inefficace. Cette fracture est généralement accompagnée de douleur très localisée et d'un œdème important.

Autre complication potentielle, la fasciite plantaire, qui est une inflammation de l'aponévrose plantaire qui relie le talon aux orteils. Cette affection peut survenir lorsque la maladie de Sever est associée à un déséquilibre musculaire qui va exercer une pression excessive sur le fascia plantaire. Les symptômes comprennent une douleur intense au niveau du talon et de la voûte plantaire, qui peut s'aggraver avec l'activité physique.

Enfin, dans de rares cas, la maladie de Sever peut entraîner une réduction de la densité osseuse, ce qui peut augmenter le risque de fractures dans le futur. Cette complication peut survenir chez les enfants qui ont souffert de cette pathologie pendant une période prolongée et qui ont connu une diminution de leur activité physique en conséquence.

1.8 Traitements

Le traitement de la maladie de Sever est généralement conservateur et vise à soulager la douleur et à limiter l'inflammation. En ce sens, parmi les différents outils visant à diminuer la douleur on retrouve la glace, l'utilisation de semelles orthopédiques, afin de soutenir et donc de soulager la voûte plantaire, et la réduction de l'activité physique.

Les étirements et les exercices de renforcement musculaire du triceps sural mais aussi des muscles intrinsèques et extrinsèques du pied présentent un intérêt certain. Dans les cas plus graves, une attelle de cheville peut être recommandée pour maintenir le pied dans une position neutre et réduire la tension sur la zone touchée [24],[25].

Dans certains cas, des médicaments anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS) tel que l'ibuprofène peuvent être prescrits pour soulager la douleur et l'inflammation. Si la douleur persiste malgré ces mesures conservatrices, des injections de corticostéroïdes peuvent être administrées directement dans la zone touchée pour réduire l'inflammation.

Il est important de noter que la plupart des enfants atteints de la maladie de Sever récupèrent complètement et de manière spontanée avec le temps, une fois que la croissance osseuse ralentit et que la tension sur la zone touchée diminue. Les complications à long terme sont rares, bien que certains enfants puissent continuer à ressentir des douleurs résiduelles pendant plusieurs mois.

1.9 Activité physique

L'activité physique est définie par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) comme : [30]

« Tout mouvement corporel produit par les muscles squelettiques qui requiert une dépense d'énergie. L'activité physique désigne tous les mouvements que l'on effectue notamment dans le cadre des loisirs, sur le lieu de travail ou pour se déplacer d'un endroit à l'autre. »

Chez les enfants, il est recommandé de pratiquer au moins 60 minutes d'activité physique par jour d'intensité modérée à soutenue en plus des activités quotidiennes. Les enfants pratiquant une activité physique régulière ont moins de risques de développer des troubles métaboliques, de devenir obèses ou de souffrir de maladies cardio-pulmonaires.

L'activité physique a également un impact sur la formation du tissu osseux en augmentant la densité et la résistance osseuses, ce qui réduit le risque de fractures [31],[32].

Les bienfaits de l'activité physique sont encore plus importants lorsque celle-ci est régulière et variée, avec des activités d'impact comme la gymnastique ou des sports collectifs. De plus, l'activité physique agit en association avec d'autres facteurs tels que l'alimentation pour assurer une bonne constitution du capital osseux.

La période optimale pour favoriser cette constitution est le pic de vélocité d'accrétion calcique osseuse, entre 11 et 14 ans chez les filles et 13 et 17 ans chez les garçons [32].

L'activité physique a également des bienfaits sur la concentration, l'estime de soi, la réduction du stress, le développement sain et le rendement scolaire. Toutefois, il convient de veiller à ne pas pratiquer une activité physique trop intensive pour éviter les risques de blessures chez les enfants qui subissent des variations hormonales importantes lors de leur croissance [33].

La sédentarité est considérée comme l'un des principaux facteurs de risque de décès dans le monde. Dans un contexte où les modes de vie modernes sont de plus en plus sédentaires, les dirigeants et les structures de gouvernance de nos pays doivent accorder une place importante à l'activité physique chez les jeunes.

L'inactivité peut provoquer des troubles cardio-vasculaires, du stress, de l'anxiété, des problèmes de surpoids et/ou d'obésité. La sédentarité peut aussi avoir un impact négatif sur l'ostéogénèse en entraînant son ralentissement voire son arrêt [17].

1.10 Enjeux de cette revue

De nos jours, la littérature concernant la maladie de Sever est de plus en plus étoffée concernant son diagnostic ou son traitement. Néanmoins, l'étiologie de cette pathologie reste assez floue. Ce travail réalise une revue de littérature concernant les facteurs de risque de la maladie de Sever.

Elle aura pour but de déterminer l'existence chez les jeunes (ici le terme jeune regroupe aussi bien les enfants que les adolescents) de facteurs de risque spécifiques. L'identification de ses derniers permettront de réaliser, à l'avenir, des actions de préventions primaires afin de prévenir l'apparition de cette affection.

1.11 Objectifs PICO

Les éléments mis en évidence dans l'introduction nous mènent à la question suivante :

« Quels sont les facteurs de risque de la maladie de Sever chez les jeunes* ? »

**Ici l'utilisation du terme jeune permet d'intégrer à la fois les enfants et les adolescents.*

2 Méthode

2.1 Définition de notre étude

L'objectif de notre étude consiste en la synthèse des facteurs de risque de la maladie de Sever ou apophysite calcanéenne chez les enfants et les adolescents.

Cette étude est donc de type étiologique et se définit comme étant une étude observationnelle visant à observer sans intervenir dans le but d'identifier, quantifier et interpréter la corrélation entre deux facteurs. Ici, notre étude sera une revue de littérature, ce qui signifie qu'elle consistera en un recueil d'articles déjà publiés en rapport avec notre sujet.

→ Le but est donc de chercher à déterminer si les données actuelles de la science nous permettent d'identifier clairement si certains facteurs favorisent l'apparition de la maladie de Sever chez notre population cible.

Pour établir un lien de corrélation entre les facteurs de risque étudiés et la maladie de Sever, il est important de comprendre les notions de variable causale et variable dépendante.

Une variable causale est une variable indépendante qui est considérée comme la cause d'un phénomène observé. La variable dépendante est quant à elle le phénomène que le chercheur cherche à expliquer ou à prédire. Elle est influencée par la variable causale et est donc considérée comme dépendante de celle-ci. D'après Holland et Rubin [34], pour prouver un lien de causalité entre deux variables il est primordial de pouvoir modifier la variable causale.

En effet, cette variable causale doit être indépendante ce qui signifie qu'elle doit être modulable, manipulable ou modifiable. L'objectif étant de démontrer que la modification de la variable indépendante entraînera une modification de la variable dépendante. Dans notre étude, les variables indépendantes, causales seront les différents facteurs de risque décrits dans les études sélectionnées.

→ La variable dépendante sera l'apparition de la maladie de Sever.

La mesure des études sélectionnées peut être de 3 types :

- Rétrospective, exposition ayant déjà eu lieu
- Prospective, évolution à la suite d'une exposition
- Instantanée

Il sera primordial contrôler les biais de confusion qui pourraient expliquer une association erronée observée dans ces études.

2.1.1 Types d'études

Afin d'avoir une certaine pertinence dans la sélection des articles composant notre étude il est primordial de bien connaître les différents types d'études observationnelles qui existent ainsi que le grade/niveau de preuve qui leur est attribué.

Il existe deux grandes familles d'études observationnelles, les études analytiques et les études descriptives.

→ Parmi les études analytiques, on retrouve les études cas-témoins et les études de cohorte.

→ Parmi les études descriptives, on retrouve les études de cas et les études transversales.

Pour juger le grade/niveaux de preuve des articles qui seront analysés dans notre revue, nous utiliserons les Grades NHMRC (National Health and Medical Research Council). Ces grades permettent de classer les études étiologiques en cinq catégories selon leur niveau de preuve, I étant le niveau de preuve le plus élevé et V le plus bas [35],[36].

Grade/Niveaux de preuve	Type d'étude
I	Revue de littérature comprenant des cohortes prospectives
II	Étude de cohorte prospective
III	Étude de cohorte rétrospective
IV	Étude cas-témoins
V	Étude de cas ou étude transversale

Tableau I : Les grades NHMRC : Les différents niveaux de preuve étiologique

Comme nous pouvons le constater sur le tableau ci-dessus, les revues de littératures comprenant des cohortes prospectives présente le niveau de preuve le plus élevé, contrairement aux études de cas ou les études transversale qui présentent un grade V dont le niveau de preuve le faible.

- Dans le cadre de notre revue, nous favoriserons si possible les études ayant le niveau de preuve le plus élevé.
- Nous incluons les études de cohorte, cas-témoins, de cas et transversale.

2.1.2 Description des 3 types d'études

- Les études de cohorte [37] :

Une étude de cohorte est une étude observationnelle qui suit une population de personnes exposées à un facteur de risque ou à une intervention particulière (cohorte exposée) et une population de personnes non exposées (cohorte non exposée) pour évaluer l'incidence de l'apparition d'un événement de santé spécifique. Les participants sont généralement suivis sur une durée prolongée pour observer l'évolution de l'événement étudié.

Avantages	Inconvénients
Mesurer l'incidence d'une maladie ou d'un événement	Coûteuse et longue à mener
Mesurer les taux d'occurrence de facteurs de risque	Perdu de vue
Mesurer les taux d'occurrence de plusieurs résultats	Biais de sélection possible
Mesurer les associations entre les facteurs de risque et résultats	Biais d'information possible
Mesurer les effets sur une longue période	Effets de confusion possible
Mesurer les effets de facteurs de risque multiples	Besoin d'un grand nombre de participants
Peut être utilisée pour identifier des facteurs de risque modifiables	
Mesurer les taux de mortalité	

Tableau II : Avantages et inconvénients d'une étude de cohorte

- Les études cas-témoins [37] :

Une étude cas-témoin est une étude épidémiologique observant une population de personnes ayant une maladie ou un événement de santé spécifique (les cas) et une population témoin de personnes n'ayant pas la maladie ou l'événement de santé en question. Cette étude cherche à identifier des facteurs de risque ou des causes possibles de la maladie ou de l'événement de santé en question.

Les participants dans une étude cas-témoin sont sélectionnés sur la base de leur statut de cas ou de témoin, plutôt que d'être assignés de manière aléatoire à un groupe d'étude. Les chercheurs recueillent ensuite des informations sur les antécédents et les expositions à des facteurs de risque pour chaque participant.

L'analyse des données de l'étude permet de déterminer si les cas ont été plus exposés à des facteurs de risque ou à des causes possibles que les témoins, suggérant ainsi une association entre la maladie ou l'événement de santé et ces facteurs de risque ou causes potentielles.

Cependant, une étude cas-témoin peut être biaisée si les cas et les témoins sont sélectionnés de manière non représentative ou si les informations recueillies sur les antécédents et les expositions sont inexactes ou incomplètes. De plus, les études cas-témoins peuvent être moins efficaces pour étudier des maladies rares ou des expositions à des facteurs de risque rares.

- Les études transversales [37] :

Une étude transversale est une étude observationnelle qui est menée à un moment précis dans le temps pour évaluer la prévalence d'une maladie ou d'un comportement dans une population donnée. Contrairement à une étude de cohorte qui suit une population au fil du temps, une étude transversale recueille des données à un moment donné, généralement à l'aide d'un questionnaire ou d'un examen médical.

Les études transversales peuvent fournir des informations importantes sur la distribution de la maladie dans la population et sur les facteurs de risque associés à la maladie, de plus il n'y pas de suivi des sujets au fil du temps et donc pas de perte de vue.

Cependant, comme les données sont collectées à un moment donné, il y a une absence de chronobiologie entre l'exposition aux facteurs de risque et l'apparition de la maladie ne peut être appréhendée.

2.2 Méthodologie de recherche

2.2.1 Bases de données utilisées

Dans notre étude la recherche bibliographique s'effectuera dans trois bases de données afin de rechercher les articles les plus pertinents possible. Ces trois bases de données sont :

- MedLine via le moteur de recherche PubMed
- Kinédoc
- PEDro (Physiotherapie Evidence Database)

Ici, MedLine sera la base de données la plus pertinente. En effet elle recense plus de 24 millions de citations [37]. Kinédoc est une base de données francophone regroupant des articles liés à la

kinésithérapie. Enfin PEDro est une base de données internationale regroupant plus de 58 000 essais/revues traitant de kinésithérapie.

2.2.2 Modèle PICO

Afin de pouvoir effectuer notre recherche bibliographique nous devons définir une équation de recherche. En ce sens nous utiliserons le modèle PICO pour l'élaborer.

PICO est un acronyme comprenant 4 caractères :

- P → Population
- I → Intervention
- C → Comparateur
- O → Outcome ou critère de jugement en français

En appliquant ce modèle pour notre revue et nous obtenons :

Population (P)	Les jeunes (enfants + adolescent)
Intervention (I)	Les facteurs de risque
Comparateur (C)	L'absence de facteurs de risque
Outcome/Critère de jugement (O)	La maladie de Sever

Tableau III : Application du modèle PICO aux caractéristiques de notre revue

2.2.3 Équation de recherche

→ Grâce au tableau ci-dessus, nous allons pouvoir élaborer une équation de recherche.

Pour cela, en plus des critères définis précédemment, nous devons aussi utiliser tous leurs synonymes. De plus, nous devons utiliser ces critères en anglais et non en français. Pour finir, nous séparerons les différents termes de notre équation de recherche par les critères booléens, le « OR » séparera les synonymes tandis que le « AND » séparera les différents critères. Le comparateur n'intervenant pas dans l'équation de recherche, nous n'avons donc pas besoin de lister tous les synonymes.

On obtient donc :

P	Young; Children; Adolescent
I	Risk Factor; Risk Factors; Predictive Factor; Predictive Factors; Prognostic Factor; Prognostic Factors
C	
O	Sever's Disease; Calcaneal Apophysitis; Sever's Injury

Tableau IV : Critères PICO et leurs synonymes en Anglais

On obtient l'équation de recherche suivant :

(Young OR Children OR Adolescent) AND (Sever's Disease OR Calcaneal Apophysitis OR Sever's Injury) AND (Risk Factor OR Risk Factors OR Predictive Factor OR Predictive Factors OR Prognostic Factor OR Prognostic Factors)

Le tableau ci-dessous synthétise les équations de recherche utilisée en fonction de la base de données ainsi que les résultats obtenus. Il est important de notifier que cette recherche a été effectuée le 17/01/2023 et que le nombre de résultats affiché ci-dessus était celui effectif ce jour-là.

Source	Équation de recherche en fonction de la base de données	Nombre de résultats
PubMed	Équation de recherche complète en anglais	26
Kinédoc	Facteurs de risque, maladie de Sever	0
PEDro	Facteurs de risque, maladie de Sever	0

Tableau V : Équation de recherche et résultats obtenues selon les bases de données

2.3 Méthode de sélection des études

2.3.1 Critères d'inclusion

- **Date de publication** : entre 2003 et aujourd'hui (15/01/2023).
- **Langue** : Français ou Anglais.
- **Type d'étude** : Étude transversale, étude cas-témoin ou étude de cohorte.
- **Population** : Enfant et adolescent de 8 à 17 ans, sans critère de genre.

2.3.2 Critère d'exclusion

- **Date de publication** : Avant 2003.
- **Langue** : Autres langues que le Français ou l'Anglais.
- **Type d'étude** : Les revues de littératures.
- **Population** : Enfant de moins de 8 ans et adulte.

2.3.3 Sélection des articles

Maintenant que l'on a défini nos critères PICO, d'inclusion et d'exclusion, nous allons voir le déroulé qui va nous amener à sélectionner une étude afin de l'analyser.

Cette sélection se fera en cinq étapes :

- 1) Recherche sur les bases de données : PEDro, Kinédoc, PubMed
- 2) Sélectionner la période souhaité (2003-2023)
- 3) Lecture des titres : exclusion des articles concernant des revues de littératures, essais cliniques, sur d'autres pathologies, sur le traitement...
- 4) Lecture des méthodes et résumés : cf. critères d'exclusion
- 5) Lecture complète de l'article

Cette sélection a pour but de retenir uniquement les articles répondant parfaitement à nos critères PICO. Dans notre étude, après applications de ses cinq étapes, trois articles ont été sélectionnés. Pour mettre en évidence cette sélection, un diagramme de flux a été réalisé dans la partie résultat.

2.4 Extraction des données et synthèse des résultats

Dans un premier temps, un tableau regroupant les 3 études incluses sera réalisé. Dans celui-ci se trouvera le nom des auteurs, la date de publication, le titre et la note obtenue à l'aide de l'échelle NOS (Newcastle-Ottawa Scale). Ces articles seront classés par ordre alphabétique de leur auteur et les différents éléments susnommés seront compilés comme suit :

Auteurs	Date	Titre	Note NOS

Tableau VI : Exemple de tableau compilant les études incluses

Dans un second temps, chaque étude sera analysée individuellement. Les données issues de ces dernières seront recueillies et synthétisées sous forme de tableau dans lequel on retrouvera les facteurs de risque étudiés, l'effectif, la signification statistique, la signification clinique et l'association statistique entre les facteurs de risque et la maladie de Sever.

Le but de ce tableau sera de relater les différents chiffres et informations de ces articles et par conséquent simplifier leur compréhension.

Auteurs, année			
Facteurs de risque étudiés		Signification clinique :	
Effectifs			
Signification statistique			

Tableau VII : Extraction et compilation des données des études incluses

➤ Signification statistique :

Elle est représentée par une valeur appelée « p », correspondant à une valeur comprise entre 0 et 1. Cette probabilité est utilisée pour quantifier la significativité statistique d'un résultat pour une hypothèse nulle. En d'autres termes, si on obtient $p < 0.05$, il y a 95% de chance pour que le résultat soit réel et non dû au hasard. Ce résultat sera donc considéré comme statistiquement significatif.

Toutefois, il est important de souligner que la signification statistique ne garantit pas la pertinence clinique.

➤ Signification clinique :

Pour évaluer la signification clinique, il est recommandé de calculer les intervalles de confiance à 95 %. En effet, ceux-ci permettent de chiffrer la zone d'incertitude avec laquelle un résultat peut être extrapolé à une population.

Dans le but de démontrer un lien de causalité, il est recommandé d'utiliser le risque relatif (RR) pour les études de cohorte, le rapport de cote ou Odd ratio (OR) pour les études cas-témoins ou le coefficient de corrélation pour les variables continues lorsque l'exposition au facteur précède la survenue de la pathologie.

Les résultats de l'OR ou du RR peuvent être interprétés comme suit : une valeur $>$ à 1 indique la présence d'un lien de causalité, une valeur égale à 1 indique l'absence de lien de causalité, et une valeur $<$ à 1 indique la présence d'un lien de causalité inverse.

Pour le coefficient de corrélation, une valeur de 0 indique une corrélation nulle, une valeur comprise entre 0 et 1 indique une corrélation positive, et une valeur comprise entre -1 et 0 indique une corrélation négative.

Le d de Cohen, également appelé taille d'effet de Cohen, est utilisé pour déterminer l'importance d'une différence observée entre deux groupes. En général, un d de Cohen de 0,2 est considéré comme une petite différence, un d de Cohen de 0,5 est considéré comme une différence moyenne, et un d de Cohen de 0,8 ou plus est considéré comme une grande différence.

2.5 Évaluation du risque de biais

→ Afin d'évaluer les risques de biais des études incluses dans cette revue nous utiliserons la NOS.

L'échelle de Newcastle-Ottawa est un outil d'évaluation de la qualité méthodologique des études de cohorte, des études cas-témoins et des études transversales. Elle est souvent utilisée pour aider à déterminer la qualité des études dans les revues systématiques et les méta-analyses. Par ailleurs, elle est recommandée par la Cochrane Collaboration.

L'échelle se compose de huit à neuf items, selon le type d'étude, qui sont utilisés pour évaluer la qualité de la sélection des participants, la comparabilité des groupes et la qualité de la mesure des résultats. Les critères d'évaluation incluent l'utilisation de critères d'inclusion/exclusion clairs, la représentativité des participants, l'absence de biais de mesure ou de suivi, la mesure précise des résultats, etc.

Chaque critère est évalué par une note allant de 0 à 2 ou 0 à 3, selon l'importance du critère, et la somme des notes donne un score total pour chaque étude. Les scores peuvent ensuite être comparés entre les études pour déterminer la qualité méthodologique globale de chaque étude.

L'échelle de Newcastle-Ottawa est considérée comme un outil fiable et valide pour évaluer la qualité méthodologique des études observationnelles.

Le score obtenu permet de classer les études selon trois niveaux :

- De 0 à 3 → faible qualité méthodologique
- De 4 à 6 → qualité moyenne
- > 7 → haute qualité

Ci-dessous un tableau représentant les différents items de la NOS.

Études	Sélection	Comparabilité	Résultat
Cas-Témoin	La définition de 'cas' est-elle adéquate ? Les cas sont-ils représentatifs de la population ? Les critères de sélection sont-ils comparables entre les deux groupes ? L'absence du critère d'inclusion est démontrée au début de l'étude.	Les deux groupes sont-ils comparables par rapport au facteur principal ? Aux facteurs secondaires ?	L'évaluation du critère de jugement est-elle indépendante ? La même méthode a été utilisée dans les deux groupes ? L'absence de réponse est-elle comparable dans les deux groupes ?
Cohorte	L'échantillon 'exposés' représente-t-il bien la population ? L'échantillon 'non exposés' est-il issu de la même population ? La détermination de l'exposition est-elle fiable ? Détermination que le critère d'intérêt est absent au début de l'étude.	Les deux groupes sont-ils comparables ?	L'exposition au facteur a été faite en aveugle ? Le suivi a-t-il été assez long ? Les perdus de vue sont-ils pris en considération ?
Transversale	L'échantillon est-il représentatif de la population ? La taille de l'échantillon est-elle justifiée ? Le taux de recrutement est-il atteint ? Comment est déterminé l'exposition ?	Comparabilité des sujets exposés et non exposés sur la base du schéma d'étude ou de l'analyse.	L'évaluation a-t-elle été faite en aveugle ? Le test statistique est-il validé ?

Tableau VIII : Les différents items de la Newcastle-Ottawa Scale (NOS)

3 Résultats

3.1 Description des études incluses et exclues

Ci-dessous le diagramme de flux schématisant la sélection des articles composant cette revue. Comme évoqué précédemment, la recherche bibliographique a été effectuée le 17 janvier 2023 via PubMed, Kinédoc et PEDro.

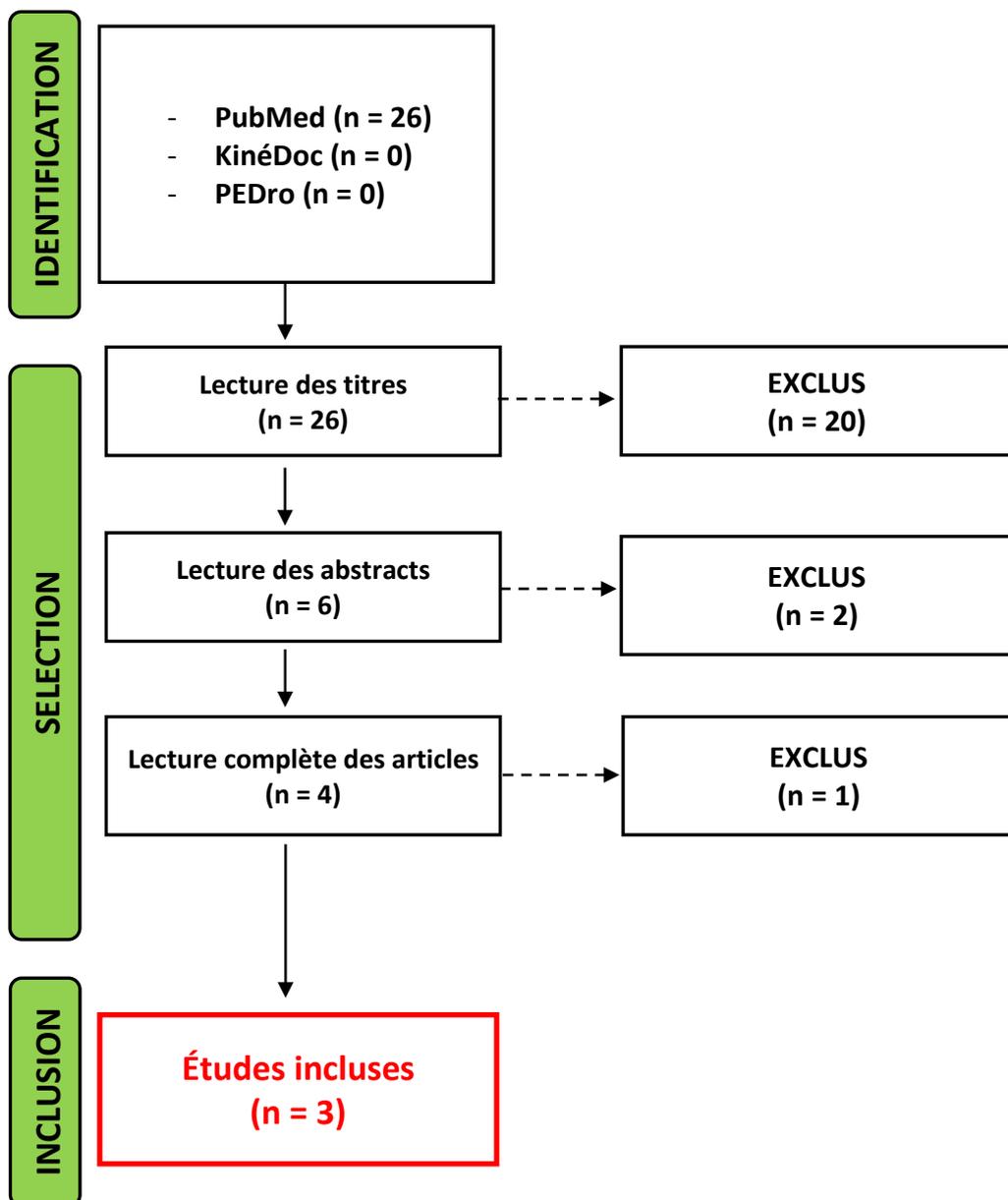


Figure 9 : Diagramme de flux

3.2 Études exclues après lecture du titre

Le tableau ci-dessous présente l'ensemble des études exclues après lecture du titre ainsi que le motif d'exclusion.

Articles	Motif d'exclusion
Cassas et al. 2006 [39]	Obj : État des lieux des blessures chez les sportifs
Adirim et al. 2003 [40]	Obj : État des lieux des blessures chez les sportifs
Belikan et al. 2022 [41]	Obj : Ne concerne pas les facteurs de risque
Kuyucu et al. 2017 [42]	Obj : Traitement
Gijon-Nogueron et al. 2013 [43]	Obj : Traitement
Ogden et al. 2004 [44]	Mauvaise pathologie (Fracture de fatigue)
Stein et al. 2010 [45]	Obj : État des lieux des blessures chez les sportifs
Arbab et al. 2013 [46]	Mauvaise pathologie (Ostéochondrose du pied pédiatrique)
Al-Ashhab et al. 2013 [47]	Mauvais pathologie (Maladie de Freiberg)
Yu et al. 2021 [48]	Obj : Ne concerne pas la pathologie
Alasfar et al. 2018 [49]	Obj : Ne concerne pas la pathologie
Drechsler et al. 2017 [50]	Obj : Ne concerne pas la pathologie
Perhamre et al. 2012 [51]	Obj : Traitement
Price et al. 2004 [52]	Obj : État des lieux des blessures chez les sportifs
Hayek et al. 2017 [53]	Obj : Ne concerne pas la pathologie
Sever et al. 2018 [54]	Obj : Ne concerne pas la pathologie
Schaefer et al. 2017 [55]	Obj : Ne concerne pas la pathologie
Shields 2016 [56]	Obj : Traitement
Brooke Pengel 2014 [57]	Obj : État des lieux des blessures chez les sportifs
Bombaci 2018 [58]	Mauvais pathologie (Fracture Calcanéenne Apophysaire)

Tableau IX : Études exclues après lecture du titre

3.3 Études exclues après lecture de l'abstract

Après lecture des abstracts, 2 études ont été exclues à savoir l'étude de *Ramponi, et al. 2019* [59] et celle de *Beck, et al. 2012* [60]. Ces 2 études ont été retirées car elle ne concerne pas les facteurs de risque.

3.4 Étude exclue après lecture de l'article complet

Après lecture complète des articles, seule l'étude de *James, et al. 2015* [61] a été exclue. Elle n'a pas été conservée car elle décrit les facteurs majorant la douleur chez une population d'enfants atteint de la maladie de Sever et non pas des facteurs de risque à l'origine de la pathologie.

3.5 Études incluses

Les 3 études incluses seront représentées dans le tableau ci-dessous. Nous y retrouverons le nom des auteurs, l'année de publication, le titre en anglais ainsi que la note attribuée par la NOS.

	Auteurs	Date	Titre	Note NOS
1	Martinelli N, Spreafico A, Tramacere I, Marcolli D, Valli F, Curci D	2019	Prevalence and associated factors of sever's disease in an athletic population [62]	10/10
2	Rodriguez-Sanz D, Becerro-De-Bengoa-Vallejo R, Lopez-Lopez D, Calvo-Lobo C, Martinez-Jiménez E.M, Perez-Boal E, Losa-Iglesias M.E, Palomo-Lopez P	2018	Slow velocity of the center of pressure and high heel pressures may increase the risk of Sever's disease: a case-control study [63]	8/9
3	Scharfbilling R.W, Jones S, Scutter S	2011	Sever's disease: a prospective study of risk factors [64]	7/9

Tableau X : Études incluses

3.5.1 But des études incluses

Les 3 études incluses ont pour but d'identifier les facteurs de risque de la maladie de Sever. Ci-dessous, les études seront présentées sous forme de tableau dans lequel sera détaillé :

- Le titre
- Le type d'étude
- La population
- Les facteurs de risque étudiés
- Les objectifs
- Le protocole de l'étude

3.5.2 Risques de biais des études

→ Les risques de biais des études incluses ont été évalués grâce à la Newcastle Ottawa Scale (NOS).

Il y a trois versions de cette échelle, qui varient en fonction du type d'étude qu'elles évaluent : une pour les études transversales (*Annexe 1 : NOS Études transversales*), une pour les études cas-témoins (*Annexe 2 : NOS Études Cas-Témoins*) et une pour les études de cohorte (*Annexe 3 : NOS Études de cohorte*). Ci-dessous, se trouve un tableau présentant les résultats de la NOS. Chaque item satisfait au sein de l'étude sera représenté par une étoile ce qui nous permettra d'attribuer une note à chaque étude. Plus la note sera élevée, plus l'étude est méthodologiquement qualitative.

Concernant l'étude Rodriguez-Sanz et al. [63], elle présente un biais de sélection. En effet, elle intègre uniquement des jeunes garçons dans l'étude.

L'étude Scharfbiling et al. [64] présente un biais de sélection et un biais d'exposition. Dans celle-ci, le recrutement des cas est basé sur un interrogatoire et non sur un diagnostic médical. Le biais d'exposition est dû au fait que l'examen des cas et des témoins ne se fait ni au même endroit ni de la même manière.

Auteurs	Sélection					Comparabilité				Outcome		Score total /9
	La définition des cas est-elle adéquate ?	Représentativité des cas	Sélection des témoins (Contrôles)	Définition des témoins	Critère de jugement principal et/ou secondaire similaire entre les deux groupes	Vérification de l'exposition fiable	Même méthode de constatation des cas et des témoins	Comparabilité des taux de non-réponse				
Rodriguez-Sanz et al, 2018	*		*	*	*	*	*	*	*			8/9
Scharfbiling et al, 2011		*	*	*	**			*	*			7/9

Tableau XI : NOS - Études cas-témoins

Auteurs	Sélection				Comparabilité			Outcome		Score total /10
	Représentativité des sujets exposés	Taille de l'échantillon	Non répondants	Constatation de l'exposition	Comparabilité des sujets exposés et non exposés sur la base du schéma d'étude ou de l'analyse	Évaluation du résultat	Test statistique			
Martinelli et al, 2019	*	*	*	**	**	**	**	*	*	10/10

Tableau XII NOS - Étude transversale

3.5.3 Description des études incluses

Martinelli et al, 2019 [62]

Titre : Prevalence and associated factors of sever's disease in an athletic population.

Type d'étude : Transversale.

Population : 430 Enfants : 328 garçons et 102 filles sportifs de 8 à 14 ans dont 62 atteints de la maladie de Sever.

Facteurs de risque étudiés : Le niveau d'activité sportive, le type de sport, le type de terrain, l'Indice de Masse Corporelle (IMC), la posture du pied, l'âge, le sexe.

Objectifs : Identifier la relation entre la douleur au talon liée à l'apophysite calcanéenne et le niveau d'activité sportive, le type de sport, le type de terrain, l'indice de masse corporelle (IMC) et la posture du pied.

Protocole :

1. Diagnostic de la maladie de Sever grâce au test de compression du talon.
2. Évaluation de la douleur grâce à l'Échelle Visuelle Analogique (EVA).
3. L'Oxford Ankle Foot Questionnaire (OxAFQ) a été soumis aux enfants et aux parents.
4. Un questionnaire personnalisé a été soumis aux enfants et à leurs parents pour recueillir les autres données nécessaires.

L'analyse des données a été réalisée à l'aide d'un logiciel (IBM SPSS Statistics for Windows, Version 20 ; IBM Corp, Armonk, New York).

Rodriguez-Sanz et al, 2018 [63]

Titre : Slow velocity of the center of pressure and high heel pressures may increase the risk of Sever's disease: a case-control study.

Type d'étude : Cas-Témoins.

Population : 106 garçons de 9 à 14 ans dont 53 atteints de la maladie de Sever.

Facteurs de risque étudiés : L'IMC, les pressions plantaires dynamiques, la surface de contact plantaire, la vitesse du COP, et l'hypo-extensibilité des gastrocnémiens et des soléaires

Objectifs : L'IMC, les pressions plantaires dynamiques, la surface de contact plantaire, la vitesse du COP, et l'hypo-extensibilité des gastrocnémiens et des soléaires sont-ils liés à la maladie de Sever ?

Protocole :

1. Diagnostic de la maladie de Sever grâce au test de compression du talon par le même podologue.
 2. Mesure de la taille grâce à un tallimètre (QUIRUMED) et du poids via une balance (QUIRUMED).
 3. Réalisation du test de Silfverskiold en mesurant l'amplitude de la flexion dorsale grâce à un goniomètre.
 4. Mesure de la pression plantaire dynamique grâce à une plateforme de capteurs de pression (Win-pod, Medicapteurs, Balma, Fra) encastrée dans une passerelle plate de 5 mètres.
- Le test de Kolmogorov-Smirnov a été réalisé pour évaluer la normalité des mesures de la plateforme plantaire.
 - Le d de Cohen et un test t de Student ont été utilisés pour comparer les mesures de la plateforme entre les cas et les témoins.
 - L'ACOVA à un facteur (facteur : maladie de Sever ; covariables : taille et poids) a été réalisée afin d'examiner l'influence du poids et de la taille sur la vitesse de la COP entre les deux groupes.
 - Toutes les analyses statistiques ont été effectuées à l'aide de SPSS 19.0 (Chicago, IL, USA).

Scharfbiling et al, 2011 [64]

Titre : Sever's disease: a prospective study of risk factors.

Type d'étude : Cas-Témoins.

Population : 303 enfants (garçons et filles) de 8 à 14 ans dont 67 atteints de la maladie de Sever.

Facteurs de risque étudiés : L'âge, le sexe, répartition du talon, l'Indice de Masse Corporelle (IMC), le niveau d'activité sportive, le type de sport, la posture du pied.

Objectifs : Rassembler les facteurs de risque les plus fréquemment cités dans la littérature et de tester ces facteurs sur un groupe d'enfants atteints de la maladie de Sever et sur un groupe de témoins du même âge non atteints.

Protocole :

- 1) Interrogatoire des participants pour identifier ceux atteints par la maladie de Sever.
 - 2) Soumission d'un questionnaire d'activité
 - 3) Réalisation de l'examen physique des participants
- Les données ont été analysées avec SPSS version 12.0 (SPSS Inc, Chicago, Illinois)

3.6 Effet de l'intervention sur le critère de jugement

L'étude de **Martinelli N, Spreafico A, Tramacere J, Marcolli D, Valli F, Curci D** est une étude transversale de 2019. Elle a pour objectif d'identifier la relation entre la douleur au talon lié à l'apophysite calcanéenne et les facteurs de risque suivant : le niveau d'activité sportive, le type de sport, le type de terrain, l'indice de masse corporelle (IMC) et la posture du pied. Cette étude a regroupé 430 Enfants : 328 garçons et 102 filles sportifs de 8 à 14 ans dont 62 atteint de la maladie de Sever.

Dans un premier temps, les auteurs ont diagnostiqué la maladie de Sever grâce au test de compression du talon, puis ils ont évalué la douleur grâce à l'Échelle Visuelle Analogique (EVA). Suite à cela ils ont soumis aux enfants et aux parents l'Oxford Ankle Foot Questionnaire (OxAFQ). Enfin, les enfants et les parents ont dû répondre à un questionnaire personnalisé afin de recueillir les autres données nécessaires.

Dans cet article, il est important de noter que des résultats statistiques et cliniques non-significatifs ont été observés concernant le sexe ($p > 0,05$ et OR = 0.6 (0.3–1.3)), le type de sport ($p > 0,05$), le type de terrain ($p > 0,05$).

A contrario, des résultats cliniquement et statistiquement significatifs ont été observés concernant l'âge ($p < 0,01$ et OR = 0.7 (0.6–0.8)) et l'IMC ($p = 0,03$ 0.8 (0.7–0.9)).

Enfin, en ce qui concerne l'activité physique, on observe des résultats significatifs concernant celle < 60 min ($p < 0,01$ et OR = 2.9 (1.6–5.3)) alors que celle > 60 min n'est pas significatives ($p > 0,05$ et OR = 1.0 (0.2–4.7)).

Martinelli et al, 2019

Facteurs de risque étudiés	Niveau d'activité sportive, type de sport, type de terrain, Indice de masse corporelle (IMC), posture du pied, l'âge, le sexe.	Signification clinique : Odd ratio (IC 95%)	Niveau d'activité sportive : <ul style="list-style-type: none"> • <u>< 60</u> : 2.9 (1.6–5.3) • <u>> 60</u> : 1.0 (0.2–4.7) Type de sport : <ul style="list-style-type: none"> • <u>Basketball</u> : 1.2 (0.7–2.1) • <u>Football</u> : 1.5 (0.8–2.6) • <u>Volleyball</u> : 0.3 (0.1–0.7) Type de terrain : <ul style="list-style-type: none"> • <u>Parquet</u> : 0.7 (0.4–1.3) • <u>Gazon</u> : 1.5 (0.8–2.6) • <u>Linoléum</u> : 0.6 (0.3–1.1) IMC : 0.8 (0.7–0.9) Posture du pied : <ul style="list-style-type: none"> • Pronation : 0.7 (0.4–1.4) • Supination : 2.0 (0.7–5.4) Age : 0.7 (0.6–0.8) Sexe : 0.6 (0.3–1.3)
Effectifs	430 Enfants : 328 garçons et 102 filles sportifs de 8 à 14 ans dont 62 atteint de la maladie de Sever		
Signification statistique	Niveau d'activité sportive : <ul style="list-style-type: none"> • < 60 min : SIGNIFICATIF (p<0,01) • > 60min : NON Significatif (p>0,05) Type de sport : <ul style="list-style-type: none"> • <u>Basketball</u> : NON Significatif (p>0,05) • <u>Football</u> : NON Significatif (p>0,05) • <u>Volleyball</u> : SIGNIFICATIF (p<0,01) Type de terrain : NON Significatif (p>0,05) IMC : SIGNIFICATIF (p=0,03) Posture du pied : NON Significatif (p>0,05) Age : SIGNIFICATIF (p<0,01) Sexe : NON Significatif (p>0,05)		

Tableau XIII : Résultats de l'étude Martinelli et al, 2019

La deuxième étude est une étude cas-témoins de 2018 dont les auteurs sont **Rodriguez-Sanz D, Becerro-De-Bengoa-Vallejo R, Lopez-Lopez D, Calvo-Lobo C, Martinez-Jiménez E.M, Perez-Boal E, Losa-Iglesias M.E, Palomo-Lopez P.** Elle inclue 106 garçons de 9 à 14 ans dont 53 atteints de la maladie de Sever.

Cette étude a pour but de répondre à la question suivante : L'IMC, les pressions plantaires dynamiques, la surface de contact plantaire, la vitesse du COP, et l'hypo-extensibilité des gastrocnémiens et des soléaires sont-ils liés à la maladie de Sever ?

Dans un premier temps, le diagnostic de la maladie de Sever a été réalisé par un podologue grâce au test de compression du talon. Ensuite, les auteurs ont réalisé les mesures de la taille grâce à un tallimètre (QUIRUMED), du poids via une balance (QUIRUMED) et le test de Silfverskiold en mesurant l'amplitude de la flexion dorsale grâce à un goniomètre. Enfin, la mesure de la pression plantaire dynamique s'est faite grâce à une plateforme de capteurs de pression (Win-pod, Medicapteurs, Balma, Fra) encastrée dans une passerelle plate de 5 mètres.

Dans cet article, on note que les résultats concernant la posture du pied sont tous statistiquement significatifs (p = 0.001) sauf la *Surface de contact plantaire (cm²)* pour le *Talon à 20% de la phase d'appui* (p = 0.935) et pour l'*Avant-pied à 92% de la phase d'appui* (p = 0.616).

→ Dans cette étude, aucune donnée nous a permis de calculer une association entre l'influence des facteurs sur la présence de la maladie (OR ou RR).

Rodriguez-Sanz et al, 2018		
Facteurs de risque étudiés	L'IMC, les pressions plantaires dynamiques, la surface de contact plantaire, la vitesse du COP, et l'hypo-extensibilité des gastrocnémiens et des soléaires	
Effectifs	106 garçons de 9 à 14 ans dont 53 atteints de la maladie de Sever	
Signification statistique	<p>Age : NON Significatif (p = 0.570) Taille : NON Significatif (p = 0.235) Poids : SIGNIFICATIF (p < 0.005) IMC : SIGNIFICATIF (p < 0.009)</p> <p>Talon à 20% de la phase d'appui :</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Pression moyenne (g/cm²)</u> : SIGNIFICATIF (p < 0.001) • <u>Pression maximale (g/cm²)</u> : SIGNIFICATIF (p < 0.001) • <u>Vitesse du COP (mm/s)</u> : SIGNIFICATIF (p < 0.001) • <u>Surface de contact plantaire (cm²)</u> : NON Significatif (p = 0.935) <p>Talon à 35% de la phase d'appui :</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Pression moyenne (g/cm²)</u> : SIGNIFICATIF (p = 0.001) • <u>Pression maximale (g/cm²)</u> : SIGNIFICATIF (p = 0.001) • <u>Vitesse du COP (mm/s)</u> : SIGNIFICATIF (p = 0.001) • <u>Surface de contact plantaire (cm²)</u> : NON Significatif (p = 0.09) <p>Avant-pied à 92% de la phase d'appui :</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Pression moyenne (g/cm²)</u> : SIGNIFICATIF (p = 0.001) • <u>Pression maximale (g/cm²)</u> : SIGNIFICATIF (p = 0.001) • <u>Vitesse du COP (mm/s)</u> : SIGNIFICATIF (p = 0.014) • <u>Surface de contact plantaire (cm²)</u> : NON Significatif (p = 0.616) 	Signification clinique : d de Cohen
		<p>Talon à 20% de la phase d'appui :</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Pression moyenne (g/cm²)</u> : 4.083 • <u>Pression maximale (g/cm²)</u> : 8.374 • <u>Vitesse du COP (mm/s)</u> : 4.575 • <u>Surface de contact plantaire (cm²)</u> : 0.017 <p>Talon à 35% de la phase d'appui :</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Pression moyenne (g/cm²)</u> : 3.138 • <u>Pression maximale (g/cm²)</u> : 4.657 • <u>Vitesse du COP (mm/s)</u> : 3.035 • <u>Surface de contact plantaire (cm²)</u> : 0.267 <p>Avant-pied à 92% de la phase d'appui :</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Pression moyenne (g/cm²)</u> : 1.432 • <u>Pression maximale (g/cm²)</u> : 1.473 • <u>Vitesse du COP (mm/s)</u> : 0.481 • <u>Surface de contact plantaire (cm²)</u> : 0.086

Tableau XIV : Résultats de l'étude Rodriguez-Sanz et al, 2018

Enfin, la dernière étude est celle de **Scharfbillig R.W, Jones S, Scutter S**. C'est une étude cas-témoin de 2011, qui vise à rassembler les facteurs de risque les plus fréquemment cités dans la littérature et de tester ces facteurs sur un groupe d'enfants atteints de la maladie de Sever et sur un groupe de témoins du même âge non atteints.

Premièrement, les auteurs ont réalisé un interrogatoire des participants afin d'identifier ceux atteints par la maladie de Sever. Suite à cela, ils leurs ont soumis un questionnaire d'activité. Enfin, ils ont réalisé un examen physique des participants.

Dans cette étude, les auteurs ont analysé séparément les côtés droit (D) et gauche (G) des sujets. On note des résultats non significatifs en ce qui concerne :

- **FPI** : G (p = 0.174 et OR = 0.922 (0.821–1.036)) ; D (p = 0.132 et OR = 0.914 (0.813-1.027))
- **Flexion dorsale de la cheville** : D (p = 0.220 et OR = 0.962 (0.903-1.024))
- **IMC** : G (p = 0.407 et OR = 0.961 (0.875–1.055)) ; D (p = 0.624 et OR = 0.976 (0.888-1.074))
- **Nombre d'heures totales d'activité** : G (p = 0.072 et OR = 1.076 (0.994–1.166)) ; D (p = 0.092 et OR = 1.071 (0.989-1.159))
- **Différence absolue entre RCSP et NCSP** : G (p = 0.777 et OR = 0.967 (0.765–1.221)) ; D (p = 0.733 et OR = 0.959 (0.755-1.218))

Cependant, on note des résultats significatifs en ce qui concerne la **Flexion dorsale de la cheville** gauche (p = 0.032 et OR = 0.932 (0.874–0.994)) mais aussi la **Position de l'avant-pied** que ce soit à droite (p = 0.001 et OR = 1.533 (1.192-1.971)) ou à gauche (p = 0.001 et OR = 1.538 (1.189–1.990)).

Lorsque l'on ne considère pas l'âge et le sexe comme covariables on observe des résultats significatifs pour **le sexe** : G (p = 0,043 et OR = 1,991 (1,021–3,885)) ; D (p = 0,028 et 2,141 (1,084–4,229)). Mais des résultats non significatifs pour **l'âge** : G (p = 0,628 et OR = 0,938 (0,722–1,217)) ; D (p = 0,603 et OR = 0,933 (0,719–1,211)).

L'étude des critères du FPI a permis de mettre en évidence des résultats statistiquement significatifs concernant deux critères :

- **Palpation de la tête du talus** : G (p = 0,014 et OR = 1,967 (1,148–3,369)) ; D (p = 0,015 et OR = 1,931 (1,136–3,283))
- **Arche longitudinale médiale** : G (p = 0,013 et OR = 0,519 (0,309–0,871)) ; D (p = 0,023 et OR = 0,558 (0,337–0,924))

→ Les autres critères n'ont pas présenté de résultats statistiquement significatifs.

Scharfbiling et al, 2011

Facteurs de risque étudiés	L'âge, le sexe, la répartition du talon, l'Indice de Masse Corporelle (IMC), le niveau d'activité sportive, le type de sport, la posture du pied.		
Effectifs	303 enfants (garçons et filles) de 8 à 14 ans dont 67 atteints de la maladie de Sever.		
Signification statistique	<p>Pied droit : <u>Sexe</u> : NON Significatif (p = 0.149) <u>Âge standardisé</u> : NON Significatif (p = 0.619) <u>Âge standardisé²</u> : SIGNIFICATIF (p = 0.000) <u>FPI</u> : NON Significatif (p = 0.132) <u>Flexion dorsale de la cheville</u> : NON Significatif (p = 0.220) <u>IMC</u> : NON Significatif (p = 0.624) <u>Nombre d'heures totales d'activité</u> : NON Significatif (p = 0.092) <u>Position de l'avant-pied</u> : SIGNIFICATIF (p = 0.001) <u>Différence absolue entre RCSP et NCSP</u> : NON Significatif (p = 0.733)</p> <p>Pied gauche : <u>Sexe</u> : NON Significatif (p = 0.202) <u>Âge standardisé</u> : NON Significatif (p = 0.531) <u>Âge standardisé²</u> : SIGNIFICATIF (p = 0.000) <u>FPI</u> : NON Significatif (p = 0.174) <u>Flexion dorsale de la cheville</u> : SIGNIFICATIF (p = 0.032) <u>IMC</u> : NON Significatif (p = 0.407) <u>Nombre d'heures totales d'activité</u> : NON Significatif (p = 0.072) <u>Position de l'avant-pied</u> : SIGNIFICATIF (p = 0.001) <u>Différence absolue entre RCSP et NCSP</u> : NON Significatif (p = 0.777)</p>	Signification clinique : Odd ratio (IC 95%)	<p>Pied droit : <u>Sexe</u> : 1.754 (0.817-3.765) <u>Âge standardisé</u> : 0.935 (0.716-1.220) <u>Âge standardisé²</u> : 1.479 (1.237-1.768) <u>FPI</u> : 0.914 (0.813-1.027) <u>Flexion dorsale de la cheville</u> : 0.962 (0.903-1.024) <u>IMC</u> : 0.976 (0.888-1.074) <u>Nombre d'heures totales d'activité</u> : 1.071 (0.989-1.159) <u>Position de l'avant-pied</u> : 1.533 (1.192-1.971) <u>Différence absolue entre RCSP et NCSP</u> : 0.959 (0.755-1.218)</p> <p>Pied gauche : <u>Sexe</u> : 1.629 (0.769-3.450) <u>Âge standardisé</u> : 0.918 (0.702-1.200) <u>Âge standardisé²</u> : 1.498 (1.249-1.798) <u>FPI</u> : 0.922 (0.821-1.036) <u>Flexion dorsale de la cheville</u> : 0.932 (0.874-0.994) <u>IMC</u> : 0.961 (0.875-1.055) <u>Nombre d'heures totales d'activité</u> : 1.076 (0.994-1.166) <u>Position de l'avant-pied</u> : 1.538 (1.189-1.990) <u>Différence absolue entre RCSP et NCSP</u> : 0.967 (0.765-1.221)</p>

Tableau XV : Résultats de l'étude Scharfbiling et al, 2011

Ce tableau illustre les résultats obtenus après avoir considéré l'âge et le sexe comme covariables.

Les 2 tableaux ci-dessous présentent chaque critère individuel du FPI pour le côté droit et le côté gauche. Dans celui-ci l'âge et le sexe n'ont pas été considéré en tant que covariables.

Critères FPI Côté Gauche	Valeur de p	OR (IC à 95 %)
Sexe	0,043	1,991 (1,021–3,885)
Âge standardisé	0,628	0,938 (0,722–1,217)
Âge standardisé ²	0,000	1,502 (1,250–1,806)
Palpation de la tête du talus	0,014	1,967 (1,148–3,369)
Courbures malléolaires	0,498	1,191 (0,719–1,971)
Signe de Helbing	0,823	0,933 (0,506–1,720)
Renflement talo-naviculaire	0,303	0,759 (0,449–1,283)
Arc longitudinal médial	0,013	0,519 (0,309–0,871)
Bord latéral	0,247	1,310 (0,829–2,070)
Abduction/adduction de l'avant-pied	0,770	1,063 (0,705–1,604)
Bissection calcanéenne	0,606	0,856 (0,475–1,543)

Tableau XVI : Résultats des Critères FPI Côté Gauche

Critères FPI Côté droit	Valeur de p	OR (IC à 95 %)
Sexe	0,028	2,141 (1,084–4,229)
Âge standardisé	0,603	0,933 (0,719–1,211)
Âge standardisé ²	0,000	1,524 (1,269–1,831)
Palpation de la tête du talus	0,015	1,931 (1,136–3,283)
Courbures malléolaires	0,714	1,101 (0,657–1,845)
Signe de Helbing	0,683	0,890 (0,509–1,557)
Renflement talo-naviculaire	0,171	0,697 (0,415–1,169)
Arc longitudinal médial	0,023	0,558 (0,337–0,924)
Bord latéral	0,081	1,510 (0,951–2,397)
Abduction/adduction de l'avant-pied	0,767	1,066 (0,699–1,625)
Bissection calcanéenne	0,581	0,849 (0,476–1,515)

Tableau XVII : Résultats des Critères FPI Côté Droit

4 Discussion

Dans cette revue, nous avons cherché dans la littérature, les études rapportant les facteurs de risque de la maladie de Sever chez les jeunes. Trois études ont satisfait nos critères d'inclusions. Un échantillon total de 839 sujets a participé à ces études.

4.1 Analyse des principaux résultats

4.1.1 Facteurs de risque anthropométrique

➤ **Age :**

Deux études ont étudié ce facteur, il s'agit de *Martinelli, Scharfbiling*. La première étude met en évidence que les enfants atteints de l'apophysite calcanéenne étaient avec un âge moyen de 9,8 (+/- 1,3) ans contre 10,6(+/-) ans pour les enfants sains.

Ces résultats sont statistiquement significatifs ($p < 0,01$) et suggèrent que plus un sujet est âgé moins il est prédisposé à développer cette pathologie (OR = 0.7 (0.6–0.8)). La seconde étude ne présente pas de résultat statistiquement significatif ($p > 0.6$). De plus d'un point de vue clinique, elle présente un OR ≈ 1 ce qui correspond à une absence de lien de causalité.

➤ **Sexe :**

Deux études ont étudié ce facteur, il s'agit de *Martinelli, Scharfbiling*. La première étude ne met en évidence aucune association statistiquement significative en le sexe des participants et la maladie ($p > 0,05$). Pour *Scharfbiling*, le sexe est un facteur de risque ($p < 0,05$) et (OR > 1,9). Ainsi d'après cette étude, être un jeune garçon pourrait augmenter près de 2 fois le risque de développer la maladie de Sever.

→ Ce résultat est en accord avec la littérature antérieure [65] [66] [67].

➤ **Taille et poids :**

Concernant la taille et le poids la seule étude a évoqué ses facteurs de risque est celle de *Rodriguez-Sanz*. Cette étude n'a montré aucun lien de causalité entre ses facteurs et l'apparition de la maladie de Sever. Aucune donnée statistique n'a été transmise.

➤ **IMC :**

Les 3 études évoquent ce facteur de risque. L'étude de *Scharfbiling*, présente des résultats statistiquement non significatif ($p > 0,4$). Pour *Martinelli*, l'IMC ($p = 0,03$) ne doit pas être considéré comme un facteur de risque bien au contraire (OR = 0.8 (0.7–0.9)).

Ici, un IMC élevé est présenté comme un facteur de risque. Ces résultats sont en corrélation à ceux de *Rodriguez-Sanz* ($p < 0.009$), ici on observe un IMC plus élevé chez les patients atteints 19.18 (± 1.88 (18.68–19.69)) contre (18.07 \pm 2.44 (17.41–18.73)).

➤ Distribution :

Enfin, seule l'étude de Scharfbiling évoque la bilatéralité potentielle de cette affection. Dans cette étude, les patients atteints de la maladie de Sever possèdent une répartition sensiblement égale aux cas unilatéraux (44,2%) et bilatéraux (55,8%)

En conclusion, à la suite de l'étude de ses articles que l'âge, le sexe et l'IMC semblent être des facteurs de risque de cette pathologie. A contrario, le poids et la taille ne semblent pas avoir de lien de causalité avec l'apparition de la maladie de Sever. Enfin, cette pathologie ne semble pas se déclencher préférentiellement de manière bilatérale chez les sujets atteints.

4.1.2 Facteurs de risque morphométrique

Chacune des 3 études ont décrit des facteurs différents, de ce fait vous retrouverez ci-dessous un descriptif individuel des données de chaque étude.

➤ Martinelli :

Dans cette étude, seul le *FPI* a été évalué sans présenter de résultats statistiquement représentatifs ($p=0,26$).

➤ Rodriguez-Sanz :

Dans cette étude, l'hypo-extensibilité du triceps sural est présentée comme un facteur prédisposant à la maladie de Sever, il est écrit que les jeunes garçons atteints sont 8 fois plus susceptibles de présenter une hypo-extensibilité du triceps sural que les témoins.

L'auteur traite aussi la répartition de l'appui au sol ($p < 0,001$) et il a été observé que la charge dans la zone du talon était significativement plus élevée pour le sujet atteint de la maladie de Sever que pour le témoin.

La ligne du COP du sujet atteint de la maladie de Sever était également moins droite et plus longue que celle du témoin, ce qui indique un temps de contact plus long (une vitesse plus faible) avec le sol et une pression plus élevée.

A noter que la zone d'appui entre les sujets sains et malades est sensiblement la même.

Cependant, même si cette étude présente des résultats statistiquement significatifs, ces derniers ne peuvent pas être objectivés cliniquement du fait de l'absence d'OR ou de RR.

➤ Scharfbiling :

Cette étude a mis en évidence des résultats statistiquement significatifs pour la flexion dorsale, la position de l'avant pied et le FPI.

Concernant la flexion dorsale, seule la gauche présente des résultats statistiquement significatifs ($p = 0,032$), cette flexion dorsale semble néanmoins être faiblement impactant OR = 0.932(0.874–0.994). Le fait que seule la flexion dorsale gauche soit significative peut s'expliquer par le fait que cette dernière a été simplement appréciée par l'examineur.

En effet, aucun outil de mesure systématique n'a été utilisé, il en est de même concernant la fiabilité des évaluateurs impliqués qui n'a pas été testée.

En ce qui concerne la position de l'avant pied, il correspond au désalignement biomécanique de l'avant-pied par rapport à l'arrière-pied. Ici, il est statistiquement significatif que ce soit pour le pied droit ou gauche ($p = 0,001$).

Ici, on observe que ce dernier est un facteur de risque de l'apophysite calcanéen avec un OR $> 1,5$. Ce qui signifie qu'un enfant présentant une mauvaise position de l'avant pied a 1,5 fois plus de chance de développer la maladie de Sever.

Néanmoins, il est difficile d'assurer à 100 % que ce désalignement est une cause et non une conséquence de la maladie de Sever.

La théorie de la "racine" suggère que cette différence devrait être reflétée ainsi que pour la plupart des types de désalignement de l'avant-pied car la déviation de l'avant-pied devrait résulter en une position compensée de l'appui calcanéen au repos.

Enfin, l'auteur a étudié le FPI. L'analyse des données de l'indice de posture du pied des deux groupes n'a révélé aucun facteur de risque significatif lorsqu'il est évalué en tant que score total.

Mais des différences significatives (statistiquement et cliniquement) sont observées dans la comparaison de deux des critères individuels, la palpation de la tête du talus G ($p = 0,014$ et OR = 1,967 (1,148–3,369)) ; D ($p = 0,015$ et OR = 1,931 (1,136–3,283)) et la forme de l'arc longitudinal médial G ($p = 0,013$ et OR = 0,519 (0,309–0,871)) ; D ($p = 0,023$ et OR = 0,558 (0,337–0,924)).

La palpation de la tête du talus positive entraîne un risque 2 fois plus élevé de développer la maladie de Sever. A contrario, un jeune présentant une altération de la forme de l'arc longitudinal médial présente 0,5 chance de plus de ne pas développer cette pathologie.

Le FPI a été étudié à l'origine pour remplacer les mesures traditionnelles. L'absence de validation de ce dernier pour les petits mouvements met en garde contre son utilisation en tant qu'outil de mesure.

Pour conclure, les résultats suggèrent que le désalignement biomécanique de l'avant-pied, une palpation du talus positive, l'hypo-extensibilité du triceps sural, une pression du talon élevée et une faible vélocité du COP sont des facteurs de risque de la maladie de Sever.

Cependant, le problème persistant de la fiabilité et de la validité de ces mesures affaiblit tous ces résultats car ils peuvent être extrapolés. Mais, en l'absence d'un meilleur système de mesure utilisé dans la communauté médicale podiatrice, les résultats sont présentés comme étant les meilleurs possibles dans les circonstances actuelles.

4.1.3 Facteurs de risque extrinsèques

→ En plus des facteurs de risque intrinsèques décrits précédemment, on note la présence de facteurs de risque extrinsèques (modulables).

Le type de sport est évalué dans les études de Martinelli et Scharfbiling. Dans la première étude, 3 sports ont été évalués à savoir le basketball, le football et le volleyball.

Seul ce dernier présente des résultats statistiquement et cliniquement significatifs $p < 0,01$ et OR = 0.3 (0.1–0.7), cela signifie que les jeunes jouant au volley-ball présente un risque plus faible de développer cette affection. Dans la seconde étude, il a été constaté que les enfants atteints de la maladie de Sever pratiquaient le football ($p = 0,01$) et le basketball ($p = 0,008$).

→ Les autres sports n'ont pas présenté de de résultats statistiquement significatifs.

L'étude du type de sport présente cependant plusieurs biais. L'étude du type de sport repose sur l'interrogatoire des jeunes et de leurs parents.

De ce fait, son étude ne considère qu'un sport pratiqué par sujet (aucune indication n'est donnée sur le fait que les participants pratiquent un seul et unique sport du sport pratiqué).

De plus le niveau de pratique (par exemple la compétition ou le loisir) et la récurrence/répétition des séances par semaine ne sont pas spécifiés. Ainsi, dans ces études la pratique sportive n'a pas été standardisée, des enfants pratiquant le même sport mais à des niveaux et avec des intensités différentes ont été comparés.

Enfin, même si le football et le basketball semblent être les deux sports les plus pratiqués par les jeunes atteints de la maladie de Sever, il nous est impossible d'objectiver que cette corrélation est dû à un réel lien de causalité ou si cela est simplement dû par le fait que ce sont les sports les plus pratiqués dans les pays dans lesquels nos études ont été réalisées.

Des études antérieures ont montré que divers sports étaient prédominants chez les patients atteints de la maladie de Sever, en particulier l'athlétisme et le football [64], [67], [68], [69].

Concernant la durée de l'activité sportive, *Scharfbiling*, présente des résultats statistiquement non significatifs ($p > 0,05$). Les résultats de l'étude de *Martinelli* sont statistiquement et cliniquement significatifs en ce qui concerne une activité physique < 60 min $p < 0,01$ et OR = 2.9 (1.6 - 5.3).

D'après cette étude, un enfant pratiquant moins de 60 min d'activité physique a presque 3 fois plus de chances de développer la maladie de Sever.

Ici, il est intéressant de noter que ce résultat est en opposition avec ceux obtenus dans d'autres études qui, elles, font état d'une prévalence plus élevée d'apophyse calcanéenne chez les enfants les plus actifs [68], [70], [71].

Cette opposition peut être dû à un biais d'échantillonnage car de nombreux auteurs ont souvent inclus dans leurs études des patients dans des cliniques sportives sans effectuer de comparaison avec un groupe sain non symptomatique.

Un article récent a montré que les athlètes ont un seuil de douleur à la pression plus élevé et des évaluations de l'intensité moyenne et maximale de la douleur plus faibles en réponse à des stimuli que les non sportifs [72].

On peut supposer que les patients moins sportifs (ceux avec une activité physique < 60 min) ont un seuil de douleur plus bas, ce qui aurait pu biaiser les résultats du test de compression réalisé les auteurs et par conséquent, aurait pu altérer les résultats de cette étude.

Enfin *Martinelli* a étudié l'influence du type de terrain sur l'apparition de la maladie de Sever. Ici, les résultats étaient statistiquement non significatifs $p > 0,05$ ce qui n'a pas permis de mettre en évidence un quelconque lien de causalité.

En conclusion, la lecture de nos résultats combinée à la littérature met en évidence un certain flou concernant les facteurs de risque extrinsèques. En effet, même si certaines tendances se dessinent concernant le type de sport (football, basketball et athlétisme) favorisant la maladie de Sever, il est difficile d'affirmer que les résultats attribués à ces sports sont réellement les témoins d'un lien de causalité ou s'ils sont dus au nombre de sujets les pratiquant dans ces études.

Enfin, les résultats montrent que les sujets présentant une faible activité physique (<60 min) ont 3 fois plus de chance de développer la maladie de Sever, cela constitue un paradoxe quand on sait que cette pathologie se définit comme une pathologie de surmenage [8].

4.2 Applicabilité des résultats en situation clinique

L'intérêt de cette revue était de rassembler les facteurs de risque susceptibles de majorer l'apparition de la maladie de Sever chez les jeunes. L'intérêt clinique étant de pouvoir prévenir ce risque de blessure. Il est primordial de dissocier les facteurs de risque intrinsèques et les facteurs de risque extrinsèques, certains seront modifiables alors que d'autres ne le seront pas.

La connaissance de ces facteurs de risque permettra, dans un premier temps, de développer et d'optimiser des stratégies de prévention permettant de diagnostiquer le plus précocement possible les jeunes à risque. Par conséquent cela pourra à terme limiter l'incidence et par conséquent la prévalence de cette pathologie.

Actuellement il est difficile d'avoir des chiffres précis et fiables sur l'incidence et la prévalence de cette pathologie. En effet, la maladie de Sever ne se trouve renseignée sur aucun site de référence tels que la HAS ou l'OMS.

Dans la littérature, son incidence s'élève de 2 à 16% des pathologies musculosquelettiques chez les enfants sportifs [73]. Cependant, aucune étude n'exprime l'incidence de la maladie de Sever dans la population générale.

Ce diagnostic précoce permettra par la suite de mettre en place des protocoles validés et standardisés permettant de limiter l'apparition et/ou de limiter l'intensité de la maladie.

A propos des facteurs de risque, généralement, nous entendons que la maladie de Sever survient lors de sollicitation excessive d'un membre, que celle-ci toucherait préférentiellement les garçons que les filles et serait également dû à une raideur excessive du triceps sural.

Or, cette revue aura mis en évidence des facteurs de risque anthropométriques : l'âge, le sexe, l'IMC et des facteurs de risque morphométriques : le désalignement biomécanique de l'avant-pied par rapport à l'arrière-pied, l'hypo-extensibilité du triceps sural, la pression du talon élevée, une faible vélocité du COP et une palpation douloureuse de la tête du talus.

Étonnamment, cette revue met en évidence qu'une faible activité physique constitue un facteur de risque accru de cette pathologie. Ce résultat est en contradiction totale avec l'un des prérequis de cette affection qui est le surmenage.

De plus, ce résultat est en opposition avec ceux obtenus dans certaines études qui mettent en évidence une prévalence plus élevée d'apophysite calcanéenne chez les enfants les plus actifs [68], [70], [71].

4.3 Qualité des preuves

Afin d'évaluer le niveau de preuve fournie par les résultats des trois études incluses, nous utiliserons la gradation des recommandations scientifiques et le niveau de preuve [74], [75].

Étude	Niveau de preuve	Grade	Evidence scientifique
Martinelli et al, 2019	4	C	Faible niveau de preuve scientifique
Rodriguez-Sanz et al, 2018	3	C	Faible niveau de preuve scientifique
Scharfbiling et al, 2011	3	C	Faible niveau de preuve scientifique

Tableau XVIII : Qualité des preuves

Notre revue de littérature présente un niveau de qualité de preuves faible. En effet, les 3 études incluses possèdent un grade C et un niveau de preuve de 3 pour les études de Rodriguez-Sanz, Scharfbiling, et de 4 pour l'étude de Martinelli. Ceci traduit que nos articles présentent un faible niveau de preuve scientifique.

4.4 Biais potentiels de la revue

Afin d'évaluer les biais potentiels de notre revue, nous avons utilisé l'échelle AMSTAR-2 traduite en français [76], [77].

Cette dernière va nous permettre d'évaluer la validité interne et donc la qualité méthodologique de de notre revue. L'emploi de cette échelle est fréquent pour coter les revues systématiques d'études qu'elles soient randomisées ou non.

Cette revue regroupe 16 items permettant de concevoir une analyse complète de la qualité méthodologique d'une revue de littérature.

Pour chaque item 3 réponses sont possibles :

- Oui
- Partiellement oui
- Non

Ci-dessous le tableau illustrant l'échelle AMSTAR-2 (*Annexe 4 : Échelle AMSTAR-2*) et le résultat obtenu à la suite de l'évaluation de notre revue.

Item	OUI	OUI Partiel	NON	Justification
1	*			cf: Partie "Critères d'inclusion"
2		*		cf: Partie "Méthode"
3	*			cf: Partie "Méthode"
4	*			cf: Partie "Méthode"
5			*	cf: Partie "Sélection des études"
6			*	cf: Partie "Extraction des données"
7	*			cf: Partie "Description des études"
8	*			cf: Partie "Description des études incluses"
9	*			cf: Partie "Risque de biais des études incluses"
10			*	
11	/	/	/	
12	/	/	/	
13	*			cf : "analyse des principaux résultats"
14	*			cf : "analyse des principaux résultats"
15	/	/	/	
16	*			Nous déclarons n'avoir eu aucun conflit d'intérêt dans le cadre de la rédaction de cette revue de littérature.

Tableau XIX : Grille AMSTAR-2 de notre revue

→ Grâce à cette échelle on note que notre revue présente une bonne qualité méthodologique.

Cependant, il existe d'autres biais qui non pas été évalués par cette grille et qui doivent être pris en compte :

- L'inclusion d'article uniquement en français et anglais a exclu certains articles rédigés en d'autres langue.
- Seulement 3 articles ont été inclus ce qui est relativement faible quand on veut apprécier les facteurs de risque influant sur l'apparition d'une pathologie.
- Aucune étude de cohorte n'a pu être incluse.

- Le faible niveau de preuve des articles inclus.
- L'OR n'a pas pu être estimé dans la totalité de nos articles.
- Très peu de filles ont été incluses dans les 3 articles de cette revue.

Ce qui présente un réel problème. En effet, dans nos résultats, on observe que le sexe est un facteur de risque de l'apophysite plantaire. Mais comment savoir si ces résultats sont réels ou simplement dû à la disparité présente dans nos échantillons. De même, la croissance des jeunes filles n'étant pas temporellement calquée sur celle des jeunes garçons, quid des résultats obtenus pour l'âge ?

- Dans ces études peu d'outils fiables et validés ont été utilisés pour réaliser les mesures concernant le FPI, la flexion dorsale ou la position du pied. Cela pose un problème au niveau de la reproductibilité des tests et mesures réalisés.
- L'étude du type de sport a été réalisée sans considération de niveau (compétition ou loisir) et d'intensité (nombres de fois par semaine, durée d'un entraînement)
- L'étude du niveau d'activité physique s'est faite sans considération du type de sport, de niveau (compétition ou loisir) et de population.

4.5 Applicabilité des résultats dans la recherche

Cliniquement, c'est une pathologie souvent présente, cependant on retrouve une littérature paradoxalement faible. Par exemple, cette maladie n'est pas répertoriée sur des sites de références comme celui de l'OMS ou de la HAS.

Comme évoqué plus haut, notre revue relate les résultats de trois études seulement, c'est trop peu en proportion du nombre d'articles disponibles sur la maladie de Sever.

De plus, le faible niveau de preuve scientifique des études incluses ainsi que leurs schémas d'étude (cas-témoins et transversale) ne permettent pas réellement de certifier une association entre les facteurs de risque évoqués et la maladie de Sever.

En effet, ces deux types d'études présentent comme limite principale la chronobiologie entre le moment d'exposition au facteur de risque et l'apparition de la maladie ne peut être perçue. Et ce car les variables sont mesurées à un instant « t » sans suivi et/ou évolution des sujets.

Pour cela, le diagnostic de la maladie devrait précéder son exposition à un facteur et non l'inverse. Car sans cela nous ne sommes pas en mesure d'affirmer que les mesures sont les causes ou la conséquence de l'apparition de la pathologie en question.

5 Conclusion

La maladie de Sever est une pathologie de croissance qui se définit par une inflammation de l'apophyse calcanéenne et se traduit par une douleur à la face postérieure du calcaneus. Son incidence s'élève de 2 à 16% des pathologies musculosquelettiques chez les enfants sportifs.

L'objectif de cette revue était de déterminer les facteurs de risque de la maladie de Sever chez les jeunes, cela dans le but de permettre un diagnostic plus précoce et de mieux prévenir cette pathologie.

Afin de répondre à cette problématique, une recherche bibliographique a été réalisée. Deux études cas-témoins et une étude transversale ont ainsi été incluses. Les résultats de ces études nous ont permis de déterminer la présence de facteurs de risque intrinsèques et extrinsèques.

Parmi les facteurs de risque intrinsèques, on retrouve des facteurs de risque anthropométriques tels que **l'âge**, le **sexe** et **l'IMC**. En effet, il semblerait qu'être un sujet jeune, un garçon et avoir un IMC élevé favorise l'apparition de la maladie de Sever.

On note aussi la présence de facteurs de risque intrinsèques morphométriques : la **déformation biomécanique de l'avant-pied par rapport à l'arrière-pied**, une **hypo-extensibilité du triceps sural**, une **pression élevée au niveau du talon**, une **faible vélocité du COP** et une **palpation douloureuse de la tête du talus**.

En ce qui concerne les facteurs de risque extrinsèque, on note que cette revue relate paradoxalement une **faible activité physique** (< 60min) comme étant un facteur de risque de la maladie de Sever.

Cette revue a mis en évidence certains facteurs de risque mais le faible nombre d'études incluses ainsi que leur faible niveau de preuve des études ne permet pas d'objectiver pleinement ces derniers. En effet, aucune étude de cohorte n'a pu être incluse.

Cependant, notre revue a surtout mis en évidence le peu d'études et de données fiables qu'il existe actuellement sur l'étiologie et les facteurs de risque de cette pathologie et sur la prévention qui en découle.

6 Bibliographie

- [1] Sever JW. Apophysitis of the os calcis. NY Med J 1912.
- [2] Micheli LJ, Smith AD, Ireland ML, Gerbino PG. Knee Injuries in the Young Athlete. Med Sci Sport Exerc 2001.
- [3] Ishikawa SN. Conditions of the calcaneus in skeletally immature patients. Foot Ankle Clin 2005.
- [4] Smith, J., Petrovic, P., Rose, M., De Souza, C., Muller, L., Nowak, B., et al. (2021). Placeholder Text: A Study. Citation Styles, 3. <https://doi.org/10.1097/TME.0000000000000219>
- [5] Hendrix CL. Calcaneal apophysitis (Sever disease). Clin Podiatr Med Surg 2005. doi: 10.1016/j.cpm.2004.08.011.
- [6] Kaux JF, Crielaard JM. Cheville et pied douloureux de l'enfant sportif. Traumatologie du Sport 2009.
- [7] Scharfbillig. Presentation of Sever's Disease. J. Am Podiatr Med Assoc 2008.
- [8] Fares MY, Salhab HA, Khachfe HH, Fares J, Haidar R, Musharrafieh U. Sever's Disease of the Pediatric Population: Clinical, Pathologic, and Therapeutic Considerations. Clin Med Res. 2021;19(1):24-30. doi: 10.3121/CMR.2021.1639.
- [9] <https://anatomie.samuelboudet.com/ressources-pedagogiques/iconotheque/medias-membre-inferieur/>
- [10] Dufour M. Anatomie de l'appareil locomoteur, membre inférieur, Tome 1. 2015.
- [11] Moore KL, Dalley AF, Agur AMR. Clinically Oriented Anatomy. 8th ed. Philadelphia, PA: Wolters Kluwer/Lippincott Williams & Wilkins Health; 2018
- [12] Netter FH. Atlas d'anatomie humaine. 6ème éd. Issy-les-Moulineaux : Elsevier-Masson ; 2015.
- [13] Berteau JP. Biomechanics of growing bone, a support to pediatric physiotherapy. Kinesithérapie 2013
- [14] Geslin J-P. Croissance et développement de l'enfant. Universitaire de Formation des Maîtres de Seine Saint-Denis
- [15] Centers for Disease Control and Prevention. Morbidity and Mortality Weekly Report Use of World Health Organization and CDC Growth Charts for Children Aged 0 – 59 Months in the United States. Morbidity and Mortality Weekly Report (MMWR), CDC 2010;59:1–20.
- [16] Lepercq J, Boileau P. Physiology of the fetal growth. EMC - Gynecologie-Obstetrique 2005;2:199–208. <https://doi.org/10.1016/j.emcgo.2005.04.005>
- [17] Cameron N. The biology of growth. Nestle Nutrition Workshop Series: Pediatric Program 2008;61:1–15. <https://doi.org/10.1159/000113162>
- [18] Hall BK, Miyake T. The membranous skeleton: the role of cell condensations in vertebrate skeletogenesis. Anatomy and Embryology 1992;186:107–24. <https://doi.org/10.1007/BF00174948>.
- [19] <https://www.sciencedirect.com/topics/medicine-and-dentistry/enchondral-ossification>
- [20] <https://www.saintluc.be/professionnels/services/orthopedie/traumatologie-pediatrique/pages/93.html>
- [21] Richard Amoretti, Xavier Bigard, Hugues Monod, Daniel Rivière, Pierre Rochcongar JR. Medecine du sport : Pour le praticien. Elsevier M. 2020.

- [22] Toppets V, Pastoret V, De Behr V, Antoine N, Dessy C, Gabriel A. Morphologie, croissance et remaniement du tissu osseux. *Ann Med Vet* 2004.
- [23] Micheli LJ, Smith AD, Ireland ML, Gerbino PG. Knee Injuries in the Young Athlete. *Med Sci Sport Exerc* 2001.
- [24] Zurek, M. P., & Schmitz, M. R. (2016). Heel pain in children : diagnostic pearls and treatment strategies. *Journal of Family Practice*, 65(9), 635-641. PMID: 27626072
- [25] Schleicher, I., & Lehnert, M. (2018). Calcaneal Apophysitis (Sever's Disease): Diagnostic Approaches and Treatment Options. *Dtsch Arztebl Int*, 115(41), 685-691. doi: 10.3238/arztebl.2018.0685
- [26] Toomey P. Plantar heel pain. *Foot Ankle Clin*. 2009;14(2):229-245
- [27] Rachel JN, Williams JB, Sawyer JR, Warner WC, Kelly DM. Is radiographic evaluation necessary in children with a clinical diagnosis of calcaneal apophysitis (sever disease)?. *Pediatr Orthop*. 2011;31(5):548-550
- [28] Kose O. Do we really need radiographic assessment for the diagnosis of non-specific heel pain (calcaneal apophysitis) in children? *Skeletal Radiol* 2010.
- [29] Ireland LJM and ML. Prevention and Management of Calcaneal Apophysitis in Children : An overuse Syndrome 1987.
- [30] <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/physical-activity>
- [31] Tan VPS, Macdonald HM, Kim SJ, Nettlefold L, Gabel L, Ashe MC, et al. Influence of physical activity on bone strength in children and adolescents: A systematic review and narrative synthesis. *J. Bone Miner Res* 2014.
- [32] Specker B, Thieux NW, Sudhagoni RG. Does Exercise Influence Pediatric Bone? A Systematic Review. *Clin Orthop Relat Res* 2015.
- [33] Aquatias S, Arnal J, Rivière D, Bilard J, Casillas J, Choquet M, et al. Activité physique : contextes et effets sur la santé - Synthèse et recommandations HAL 2017.
- [34] Holland, P. W., & Rubin, D. B. (1986). *Statistical analysis with missing data* (Vol. 1). New York: Wiley.
- [35] Song JW, Chung KC. Observational studies: Cohort and case-control studies. *Plastic and Reconstructive Surgery* 2010;126:2234–42. <https://doi.org/10.1097/PRS.0b013e3181f44abc>
- [36] Hill AB. Comment juger la plausibilité d ' un lien causal entre un facteur et la survenue d ' une pathologie ? 1965:881–4.
- [37] Szklo, M., & Nieto, F. J. (2014). *Epidemiology: Beyond the basics*. Jones & Bartlett Publishers.
- [38] McEntyre J, Lipman D. PubMed – Bridging the information gap. *CMAJ* 2001;164:1317–9.
- [39] Cassas KJ, Cassettari-Wayhs A. Childhood and adolescent sports-related overuse injuries. *American Family Physician*. 2006.
- [40] Adirim TA, Cheng TL. Overview of injuries in the young athlete. *Sport Med*. 2003;33(1):75–81.
- [41] Belikan P, Färber LC, Abel F, Nowak TE, Drees P, Mattyasovszky SG. Incidence of calcaneal apophysitis (Sever's disease) and return-to-play in adolescent athletes of a German youth soccer academy: a retrospective study of 10 years. *J Orthop Surg Res*. 2022 Dec 1;17(1).
- [42] Kuyucu E, Gülenç B, Biçer H, Erdil M. Assessment of the kinesiotherapy's efficacy in male athletes with calcaneal apophysitis. *J Orthop Surg Res*. 2017 Oct 6;12(1).

- [43] Gijon-Nogueron G, Cortes-Jeronimo E, Cervera-Marin JA, García-de-la-Peña R, Benhamu-Benhamu S, Luque-Suarez A. Foot orthoses custom-made by vacuum forming on the non-load-bearing foot. *Prosthetics Orthot Int* [Internet]. 2013 Dec [cited 2023 Apr 18];37(6):495–8. Available from: <https://journals.lww.com/00006479-201337060-00011>
- [44] Ogden JA, Ganey TM, Hill JD, Jaakkola JI. Sever's Injury: A Stress Fracture of the Immature Calcaneal Metaphysis. *J Pediatr Orthop*. 2004;488–92.
- [45] Stein CJ, Micheli LJ. Overuse injuries in youth sports. *Phys Sportsmed*. 2010 Jun;38(2):102–8.
- [46] Arbab D, Wingenfeld C, Rath B, Lüring C, Quack V, Tingart M. Osteochondrosen des kindlichen Fußes. *Orthopade*. 2013 Jan;42(1):20–9.
- [47] Al-Ashhab MEA, Kandel WA, Rizk AS. A simple surgical technique for treatment of Freiberg's disease. *Foot*. 2013 Mar;23(1):29–33.
- [48] Yu KE, Coghill GA, Vernik D, Lapow JM, Cooperman DR. Combining Lower Extremity Radiographic Markers Begets More Accurate Predictions of Remaining Skeletal Growth. *J Pediatr Orthop*. 2021 Jul 1;41(6):362–7.
- [49] Alasfar S, Matar D, Montgomery RA, Desai N, Lonze B, Vujjini V, et al. Rituximab and Therapeutic Plasma Exchange in Recurrent Focal Segmental Glomerulosclerosis Postkidney Transplantation. *Transplantation*. 2018 Mar 1;102(3):e115–20.
- [50] Drechsler C, Hayek SS, Wei C, Sever S, Genser B, Krane V, et al. Soluble urokinase plasminogen activator receptor and outcomes in patients with diabetes on hemodialysis. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2017;12(8):1265–73.
- [51] Perhamre S, Lundin F, Klässbo M, Norlin R. A heel cup improves the function of the heel pad in Sever's injury: Effects on heel pad thickness, peak pressure and pain. *Scand J Med Sci Sport*. 2012 Aug;22(4):516–22.
- [52] Price RJ, Hawkins RD, Hulse MA, Hodson A. The Football Association medical research programme: An audit of injuries in academy youth football. *Br J Sports Med*. 2004 Aug;38(4):466–71.
- [53] Hayek SS, Koh KH, Grams ME, Wei C, Ko YA, Li J, et al. A tripartite complex of suPAR, APOL1 risk variants and $\alpha v \beta 3$ integrin on podocytes mediates chronic kidney disease. *Nat Med*. 2017 Aug 1;23(8):945–56.
- [54] Sever S, Golder S, Doherty P. Factors associated with acute depressive symptoms in patients with comorbid depression attending cardiac rehabilitation. *BMC Cardiovasc Disord*. 2018 Dec 10;18(1).
- [55] Schaefer F, Trachtman H, Wühl E, Kirchner M, Hayek SS, Anarat A, et al. Association of serum soluble urokinase receptor levels with progression of kidney disease in children. *JAMA Pediatr*. 2017 Nov 1;171(11).
- [56] Shields N. Wait and see, heel raise and eccentric exercise may be equally effective treatments for children with calcaneal apophysitis [synopsis]. *J Physiother*. 2016 Apr 1;62(2):112.
- [57] Brooke Pengel K. Common overuse injuries in the young athlete. *Pediatr Ann*. 2014;43(12):488.
- [58] Bombaci H. Calcaneal Apophyseal Fracture Followed by Subtalar Joint Instability in a Young Female: A Case Report. *J Foot Ankle Surg*. 2018 Mar 1;57(2):401–3.
- [59] Ramponi DR, Baker C. Sever's Disease (Calcaneal Apophysitis). *Adv Emerg Nurs J*. 2019 Jan 1;41(1):10–4.
- [60] Beck L, Heindel WL. Apophysitis calcanei. *Rofo*. 2012;184(11):973–5.

- [61] James AM, Williams CM, Luscombe M, Hunter R, Haines TP. Factors Associated with Pain Severity in Children with Calcaneal Apophysitis (Sever Disease). *J Pediatr* [Internet]. 2015 Aug 1 [cited 2023 Apr 6];167(2):455–9.
- [62] Martinelli N, Spreafico A, Tramacere I, Marcolli D, Valli F, Curci D. Prevalence and associated factors of sever's disease in an athletic population. *J Am Podiatr Med Assoc*. 2019 Sep 1;109(5):351–6.
- [63] Rodríguez-Sanz D, Becerro-De-Bengoa-Vallejo R, López-López D, Calvo-Lobo C, Martínez-Jiménez EM, Perez-Boal E, et al. Slow velocity of the center of pressure and high heel pressures may increase the risk of Sever's disease: a case-control study. *BMC Pediatr* [Internet]. 2018 Nov 19 [cited 2023 Apr 17];18(1).
- [64] Scharfbillig RW, Jones S, Scutter S. Sever's disease: a prospective study of risk factors. *J Am Podiatr Med Assoc* [Internet]. 2011 [cited 2023 Apr 6];101(2):133–45. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21406697/>
- [65] McKenzie DC, Tauton JE, Clement DB, et al: Calcaneal apophysitis in adolescent athletes. *Can J Appl Sport Sci* 6: 123, 1981.
- [66] Micheli LJ, Ireland ML: Prevention and management of calcaneal apophysitis in children: an overuse syndrome. *J Pediatr Orthop* 7: 34, 1987.
- [67] Orava S, Puranen J: Exertion injuries in adolescent athletes. *Br J Sports Med* 12: 4, 1978.
- [68] Micheli LJ, Fehlandt AF: Overuse injuries to tendons and apophyses in children and adolescents. *Clin Sports Med* 11: 713, 1992.
- [69] Rozenblat M, Bauchot G: Sever's disease: a new therapeutic approach in a series of 68 athletes. *J Traumatol Sport* 11: 90, 1994.
- [70] Hogan KA, Gross RH: Overuse injuries in pediatric athletes. *Orthop Clin North Am* 34: 405, 2003.
- [71] Lord J, Winell JJ: Overuse injuries in pediatric athletes. *Curr Opin Pediatr* 16: 47, 2004.
- [72] Flood A, Waddington G, Thompson K: Increased conditioned pain modulation in athletes. *J Sports Sci* 25: 1, 2016.
- [73] Paton JS, Stenhouse EA, Bruce BG, Kelly AJ, Carroll MT, Foster NE. The prevalence and incidence of symptomatic Sever's disease: a systematic review and meta-analysis. *J Foot Ankle Res*. 2019;12:5. doi:10.1186/s13047-018-0314-4
- [74] Burns PB, Rohrich RJ, Chung KC. The levels of evidence and their role in evidence-based medicine. *Plastic and Reconstructive Surgery* 2011;128:305–10. <https://doi.org/10.1097/PRS.0b013e318219c171>.
- [75] HAS. Niveau de preuve et gradation des recommandations de bonne pratique 2013.
- [76] Shea BJ, Reeves BC, Wells G, Thuku M, Hamel C, Moran J, et al. AMSTAR 2: A critical appraisal tool for systematic reviews that include randomised or non-randomised studies of healthcare interventions, or both. *BMJ (Online)* 2017;358. <https://doi.org/10.1136/bmj.j4008>.
- [77] Pallot A, Rostagno S. AMSTAR-2: French translation of the methodological quality scale for systematic literature review. *Kinesithérapie* 2021;21:13–4. <https://doi.org/10.1016/j.kine.2019.12.050>.

Annexes :

Annexe 1 : NOS Études Transversales

Annexe 2 : NOS Études Cas-Témoins

Annexe 3 : NOS Études de cohorte

Annexe 4 : Échelle AMSTAR-2

Annexe 1 : NOS 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.

Annexe 2 : NOS études Cas-Témoins

NEWCASTLE - OTTAWA QUALITY ASSESSMENT SCALE CASE CONTROL STUDIES

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

Selection

- 1) Is the case definition adequate?
 - a) yes, with independent validation *
 - b) yes, eg record linkage or based on self reports
 - c) no description
- 2) Representativeness of the cases
 - a) consecutive or obviously representative series of cases *
 - b) potential for selection biases or not stated
- 3) Selection of Controls
 - a) community controls *
 - b) hospital controls
 - c) no description
- 4) Definition of Controls
 - a) no history of disease (endpoint) *
 - b) no description of source

Comparability

- 1) Comparability of cases and controls 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.)

Exposure

- 1) Ascertainment of exposure
 - a) secure record (eg surgical records) *
 - b) structured interview where blind to case/control status *
 - c) interview not blinded to case/control status
 - d) written self report or medical record only
 - e) no description
- 2) Same method of ascertainment for cases and controls
 - a) yes *
 - b) no
- 3) Non-Response rate
 - a) same rate for both groups *
 - b) non respondents described
 - c) rate different and no designation

Annexe 3 : NOS études de cohorte

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 4 : Échelle AMSTAR-2

Tableau I. Traduction française de AMSTAR-2.

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

Déclaration de liens d'intérêts

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

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

RÉFÉRENCES

Résumé :

QUELS SONT LES FACTEURS DE RISQUE DE LA MALADIE DE SEVER CHEZ LES JEUNES ?

Introduction :

La maladie de Sever ou apophysite calcanéenne est une pathologie de la croissance et se définit comme une ostéochondrite apophysaire qui débute au niveau du calcaneus. Elle se développe chez les enfants et les adolescents.

Objectif :

Le but de cette revue est d'identifier les facteurs de risque de la maladie de Sever chez les jeunes afin de prévenir la pathologie et de faciliter son diagnostic.

Méthode :

Des recherches ont été effectuées sur trois bases de données différentes : PEDro, Pubmed et Kinedoc. Trois études ont été sélectionnées parmi 26 résultats pour répondre à la problématique. Chaque étude incluse présentait des biais qui ont été identifiés par l'échelle Newcastle-Ottawa.

Résultats :

Sur les trois articles analysés, il a été constaté que l'IMC, l'âge, le sexe, la déformation de l'avant pied, l'hypo-extensibilité du triceps sural, une pression élevée au niveau du talon, une faible vélocité du COP et une palpation douloureuse de la tête du talus pouvaient être considérés comme des facteurs de risque.

Discussion :

Les résultats de cette étude sont à nuancer du fait du nombre limité d'études incluses et du faible niveau de preuve de ces dernières. Afin de confirmer ou infirmer les résultats de cette revue, des publications plus homogènes (études de cohortes) sont nécessaires.

Mots clés : Maladie de Sever ; apophysite calcanéenne ; facteurs de risque ; jeune ; enfant ; adolescent.

Abstract :

WHAT ARE THE RISK FACTORS OF SEVER'S DISEASE IN THE YOUNG PEOPLE?

Introduction :

Sever's disease or calcaneal apophysitis is a growth disorder and is defined as apophyseal osteochondritis that begins in the calcaneus. It develops in children and adolescents.

Objective :

The aim of this review is to identify risk factors for Sever's disease in young people in order to prevent the condition and facilitate its diagnosis.

Method :

Searches were performed on three different databases: PEDro, Pubmed and Kinedoc. Three studies were selected from 26 results to address the problem. Each included study had biases that were identified by the Newcastle-Ottawa scale.

Results :

Of the three articles reviewed, it was found that BMI, age, gender, forefoot deformity, hypo-extensibility of the sural triceps, high heel pressure, low COP velocity and painful palpation of the talar head could be considered as risk factors.

Discussion :

The results of this study are qualified by the limited number of included studies and the low level of evidence of the studies. In order to confirm or refute the results of this review, more homogeneous publications (cohort studies) are needed.

Keywords : Sever's disease; calcaneal apophysitis; risk factors; young; child; adolescent.