



Institut Régional de Formation aux Métiers de la Rééducation et Réadaptation

Pays de la Loire

54, rue de la Baugerie - 44230 SAINT-SÉBASTIEN SUR LOIRE

Les traitements permettant la prévention de la  
périostite tibiale chez le coureur amateur.

Une revue de la littérature

Clémence VALLETTE

Mémoire UE28

Semestre 10

Année scolaire : 2020-2021

RÉGION DES PAYS DE LA LOIRE



**AVERTISSEMENT**

Les mémoires des étudiants de l'Institut Régional de Formation aux Métiers de la Rééducation et de la Réadaptation sont réalisés au cours de la dernière année de formation MK.

Ils réclament une lecture critique. Les opinions exprimées n'engagent que les auteurs. Ces travaux ne peuvent faire l'objet d'une publication, en tout ou partie, sans l'accord des auteurs et de l'IFM3R.

## Remerciements

---

Je tiens tout d'abord à remercier mon directeur de mémoire pour son accompagnement et ses conseils tout au long de la construction de ce mémoire.

Je remercie également A et W pour leurs précieux conseils de méthodologie, ainsi que mes amis pour leurs encouragements.

Je tiens également à remercier ma famille et mes proches pour leurs conseils et leurs encouragements durant tout ce parcours.

## Résumé

---

**Introduction :** La périostite tibiale est une affection fréquente chez les coureurs. Elle se définit par une douleur sur le côté postéro médial du tibia ce qui lui vaut sa deuxième appellation : le syndrome de stress tibial médial. Les raisons de son apparition sont encore mal connues mais les plus probables sont un surmenage, un mauvais chaussage, un terrain de course inadapté et une mauvaise foulée. Le développement de la course à pied et les erreurs d'entraînement qui en résultent tend à faire augmenter le nombre de patients atteints de pathologies de sur-utilisation. Il est donc essentiel de pouvoir leur proposer une rééducation la plus pertinente possible. Ce travail cherche à évaluer l'efficacité des traitements les plus récents concernant la périostite tibiale.

**Matériel et méthodes :** Une recherche systématique a été réalisée à partir des données de trois bases de données (Pubmed, PEDro, Cochrane). L'échelle PEDro a servi à évaluer la rigueur méthodologique de ces articles.

**Résultats :** Le nombre initial d'articles sélectionnés était de 89, et 7 études ont été incluses dans notre travail. Ces dernières évaluent l'efficacité des traitements sur la douleur et les capacités fonctionnelles des patients. Les résultats montrent l'efficacité de certains traitements : les ondes de choc, les semelles amortissantes et certains programmes de remise en charge.

**Discussion :** les traitements de la périostite (ou stress tibial médial) sont nombreux et variés puisque certains sont passifs et d'autres actifs. Les résultats et leur analyse permettent d'envisager une applicabilité clinique de certains de ces traitements. Il faut cependant rester prudent dans l'interprétation : certaines limites liées aux études et à la méthode nous incitent à pondérer nos propos. D'autres études sont nécessaires pour conclure sur l'efficacité de certains traitements de la périostite tibiale.

## Mots clés

---

- Périostite
- Stress tibial médial
- Traitement

## Abstract

---

**Introduction :** shin splits is a current affection in runners. The main symptom is the pain on the posteromedial part of the tibia. This is why it is also called “medial tibial stress syndrome”. The exact reason of the apparition of MTSS is unknown but some risk factors are identified. An overuse of the leg, unsuitable racing ground, bad sport shoes or foot posture during running. More and more people are running and the risk of this augmentation is the many training errors. Unsuitable training leads to overuse pathologies such as the medial tibial stress syndrome, and we need to be able to treat those patients with the more pertinent treatment. The aim of this work is to assess the most recent treatment of the shin split.

**Method :** We conducted a literature review with the studies from three different databases (PEDro, Pubmed, Cochrane). We used the PEDro scale in order to assess the methodology of the studies we selected.

**Results :** We found at first 89 studies. After the different analysis, we included seven of them in our work. All of them talk about the efficiency of different treatment in pain or functional capacities in runners with MTSS. They show the efficiency of shockwave therapy, cushioned insoles and some recovery programs.

**Discussion :** there is a lot of different treatments of medial tibial stress syndrome : we saw actives and passives ones. After results analysis, we can say that some of those treatments are clinically efficient. We have to be careful in the interpretation because some studies and the method include some bias. Additional studies are required for a conclusion about the efficiency of the medial tibial stress treatment.

## Key words

---

- Medial tibial stress
- Shin splits
- Treatment

## Sommaire

|                                                                                                         |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Table des abréviations.....                                                                             |    |
| 1. Introduction.....                                                                                    | 1  |
| 2. La périostite ou stress tibial médial .....                                                          | 2  |
| 2.1. Structures anatomiques mises en jeu .....                                                          | 2  |
| 2.2. Anatomie fonctionnelle et facteurs de risque.....                                                  | 6  |
| 2.3. Le diagnostic .....                                                                                | 8  |
| 3. Impact, foulée, et semelle.....                                                                      | 9  |
| 3.1. Les différentes techniques de pose de pied et leur impact sur le pied et le membre inférieur ..... | 9  |
| 3.2. Les vibrations dues à l'impact .....                                                               | 12 |
| 3.3. La foulée .....                                                                                    | 13 |
| 3.4. Le rôle du chaussage.....                                                                          | 13 |
| 3.5. Une douleur plus fréquente à la course qu'à la marche : pourquoi ? .....                           | 15 |
| 4. Les différents traitements .....                                                                     | 17 |
| 4.1. Traitement préventif .....                                                                         | 17 |
| 4.2. Les traitements symptomatiques .....                                                               | 18 |
| 4.3. Traitement étiologique : un rééquilibrage musculaire.....                                          | 19 |
| 5. Méthodologie de la recherche .....                                                                   | 20 |
| 5.1. Stratégie de recherche .....                                                                       | 20 |
| 5.2. Modèle PICO .....                                                                                  | 21 |
| 5.3. Equation de recherche .....                                                                        | 21 |
| 5.4. Sélection des articles .....                                                                       | 21 |
| 6. Résultats.....                                                                                       | 26 |
| 6.1. Présentation générale des études.....                                                              | 26 |
| 6.2. Description des études .....                                                                       | 27 |

|                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| 6.3. Résultats des interventions .....                                | 30 |
| 7. Discussion.....                                                    | 35 |
| 7.1. Interprétation des résultats.....                                | 35 |
| 7.2. Synthèse des résultats /réponse à la question de recherche ..... | 40 |
| 7.3. Les biais de la revue de littérature .....                       | 42 |
| 7.4. Analyse complémentaire.....                                      | 46 |
| 8. Conclusion .....                                                   | 46 |

Références bibliographiques

Annexes 1-2

## Table des abréviations

---

|      |                                                 |
|------|-------------------------------------------------|
| CMD  | Changement Minimal Détectable                   |
| EN   | Echelle Numérique                               |
| ESM  | Erreur Standard de Mesure                       |
| EVA  | Echelle Visuelle Analogique                     |
| FF   | Forefoot Strike                                 |
| GC   | Groupe Contrôle                                 |
| GE   | Groupe Expérimental                             |
| GRCS | Global Rating Change Scale                      |
| IMC  | Indice de Masse Corporelle                      |
| IRM  | Imagerie par Résonnance Magnétique              |
| MF   | Midfoot Strike                                  |
| MTP  | Massage Transverse Profond                      |
| PICO | Population, Intervention, Comparison, Outcomes. |
| RF   | Rearfoot Strike                                 |
| SARS | Sports Activity Rating Scale                    |
| STL  | Stress Tibial Médial                            |
| TS   | Toe Strike                                      |

## 1. Introduction

La course à pied est une discipline de plus en plus répandue en France : elle est pratiquée par 18% des français, soit presque 10 millions de personnes (1). Le peu d'équipement nécessaire et la possibilité de la pratiquer partout en font une discipline en pleine expansion. La pratique non encadrée, ou excessive, de ce sport peut cependant mener à des erreurs dans le choix du terrain de course, du chaussage ou de la foulée, entraînant ainsi des blessures dites de surmenage. La périostite tibiale est l'une d'elle, et représente 6 à 16% des blessures rencontrées chez les coureurs (2). Elle est caractérisée par une douleur sur le bord du tibia. C'est une pathologie qui se définit comme une « inflammation du périoste » selon le Medical Subject Headings (MeSH).

L'origine de cette pathologie est variée, sans une cause en particulier. On s'accorde cependant sur le rôle majeur du surmenage. En effet les patients déclarant des périostites disent souvent avoir augmenté le volume ou la fréquence de leurs séances. Le terrain utilisé, le chaussage et la foulée du coureur sont également des facteurs pouvant jouer un rôle important dans l'apparition ou la pérennisation des périostites tibiales.

La périostite, appelée aussi stress tibial médial (STL), est une pathologie dont l'apparition est progressive, suivie ensuite de l'installation d'une douleur récurrente et sourde. La douleur varie en fonction du stade : pour un stade débutant, elle se manifestera au début de la séance de sport et peut disparaître. Pour un stade plus avancé, la douleur sera ressentie pendant toute la séance et elle peut persister jusqu'à plusieurs jours ensuite. Elle est donc handicapante dans la réalisation d'activités sportives mais également, lors de symptômes plus avancés, dans la vie de tous les jours. Son traitement est controversé. On sait néanmoins qu'elle doit être traitée le plus tôt possible après son apparition. C'est le but de la prévention secondaire, qui est la plus pertinente dans ce cas. Etant moi-même touchée depuis plusieurs années, et au vu de la prévalence importante de cette pathologie chez les coureurs, il m'a semblé intéressant de travailler sur ce sujet, qui m'intéresse aussi bien sur le plan personnel que sur le plan professionnel.

Après les premières lectures sur le sujet, il en ressort les questionnements suivants :

- Quelle(s) structure(s) sont précisément atteintes dans la périostite ?

- Quels phénomènes sont à l'origine de cette atteinte ? Sont-ils inflammatoires ou mécaniques ?
- Certains mouvements ou postures peuvent-ils faciliter l'apparition et/ou le maintien de cette atteinte ?

Ces questions nous amènent à chercher des réponses dans la littérature internationale. Nous diviserons notre travail en deux grandes parties. La première, « le cadre conceptuel » exposera tout ce qu'il y a besoin de savoir sur la périostite. La deuxième partie, la revue de littérature à proprement parler, permettra d'objectiver les traitements kinésithérapiques les plus adaptés à partir de publications.

Le cadre conceptuel sera d'abord composé d'une partie d'anatomie et de physiopathologie. Dans un second temps nous étudierons la biomécanique de course et son influence sur l'apparition et le développement de la périostite. Et dans une dernière partie, nous développerons les traitements actuellement déployés par les kinésithérapeutes pour traiter la périostite.

**Quels types de traitement permettent la prévention secondaire de la périostite tibiale chez le coureur amateur ?**

## 2. La périostite ou stress tibial médial

### 2.1. Structures anatomiques mises en jeu

Le périoste est, selon le MeSH, « une fine membrane extérieure qui entoure un os ». C'est la transition entre le muscle et l'os en l'absence de tendon. Son entourage est une zone riche en éléments vasculaires, nerveux, musculaires, osseux et membraneux. C'est donc une lésion difficile à classer car tous ces éléments présents dans la même zone peuvent être touchés.

Une inflammation et la présence de vaisseaux sur la partie médiale du tibia amène la périostite à être considérée comme une **pathologie vasculaire**. L'inflammation va alors déclencher un gonflement de ces vaisseaux pour permettre un afflux sanguin dans la zone inflammée. La présence du nerf tibial, qui peut être comprimé ou irrité suite aux contraintes musculaires, peut la désigner comme une pathologie nerveuse. La membrane osseuse du tibia

(le périoste) étant touchée en réponse à une traction musculaire, on la considère également une **pathologie osseuse**.

Toutes ces atteintes, nerveuses, inflammatoires ou osseuses sont cependant la conséquence d'une sollicitation excessive de cette zone : on considère donc cette pathologie comme une **pathologie musculaire** : c'est la traction excessive de certains muscles sur le périoste qui en est à l'origine. Un déséquilibre **articulaire** au niveau de la cheville ou du pied par exemple, peut être responsable de cette traction musculaire excessive, et donc, indirectement, de la périostite. On s'intéressera surtout aux composantes articulaires et musculaires, car ce sont ces aspects qui sont responsables de la genèse de cette pathologie.

Le terme « périostite tibiale » est également appelé « syndrome de stress tibial médial » (SSTL). Cette dernière appellation est plus juste et plus complète : elle fait référence à la localisation de la pathologie « tibial médial » et au mécanisme pathologique en cause : le stress infligé au périoste. De plus, on sait qu'il n'y a pas forcément d'inflammation dans le mécanisme pathologique et le terme « syndrome de stress tibial médial » n'en fait pas mention. L'appellation « périostite », avec son suffixe « -ite » inclut une notion inflammatoire, qui est inconstante. C'est néanmoins le terme qui est encore le plus utilisé dans le langage courant.

Le terme anglais est relativement proche du français puisque c'est le « medial tibial stress syndrome » ou « tibial stress syndrome ». On retrouve également l'appellation « shin splints »

Nous utiliserons principalement ici les termes « périostite » et « stress tibial médial » pour désigner les différents stress imposés au périoste tibial.

### 2.1.1. Anatomie du segment jambier

Sur le segment jambier, le périoste entoure l'os tibial en médial et en antéro latéral. Le périoste médial relie le tibia au soléaire et au muscle tibial postérieur (3) tandis que le périoste antéro latéral relie l'os tibial au muscle tibial antérieur (4). On s'intéressera dans ce travail au **périoste médial**.

La douleur est localisée sur le bord postéro médial du tibia. On a à cet endroit plusieurs insertions musculaires susceptibles d'être à l'origine de la douleur. Les avis selon les études et

les auteurs divergent mais certains muscles sont particulièrement mis en cause. Le soléaire et long fléchisseur des doigts sont tenus pour responsables de la traction sur le tibia (5). Le tibial postérieur est lui aussi incriminé dans les douleurs médiales (6) .

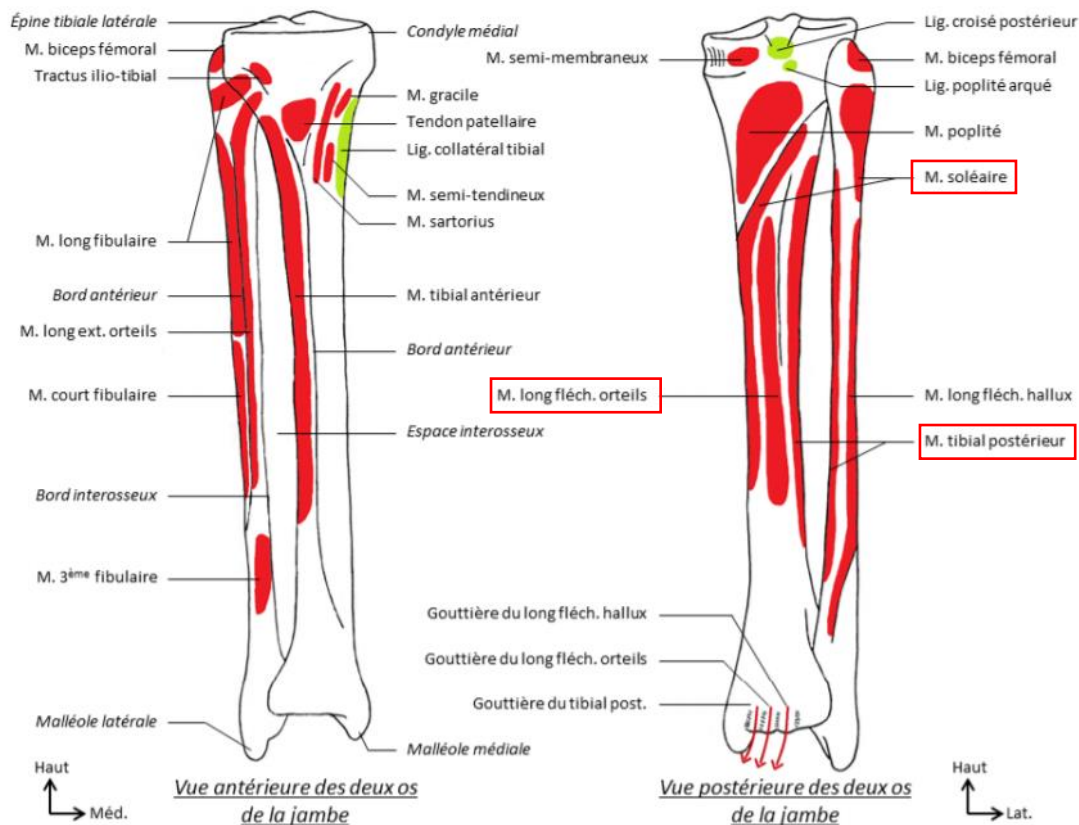


Figure 1 : Schéma des insertions musculaires de muscles du membre inférieur (7)

Le muscle soléaire est un fléchisseur plantaire du pied qui a une insertion postéro médiale sur le tibia, et se termine avec les deux chefs du gastrocnémien, par le tendon d'Achille au niveau de la partie postérieure du calcanéum (8).

Le long fléchisseur des orteils, lui, réalise la flexion des orteils et la flexion plantaire de cheville. Il a une insertion postéro médiale sur le tibia, plus en latéral que le soléaire (8).

Le tibial postérieur est inverseur et fléchisseur plantaire, il maintient également l'arche médiale du pied pendant la marche. Il possède une insertion sur la face postérieure de la membrane inter osseuse et région voisine du tibia et de la fibula (8).

Ces trois muscles réalisent de la flexion plantaire de cheville et sont donc particulièrement sollicités lors de la phase de propulsion pendant la course à pied.

### 2.1.2. Anatomie et biomécanique de la cheville

On sait que la périostite est liée à un tiraillement des muscles sur le bord médial du tibia (9). On va s'intéresser la biomécanique de ces muscles pendant le mouvement pour comprendre ce phénomène. Pour mieux imaginer les relations entre muscle et articulation, on se penche sur l'anatomie du segment jambier et de la cheville (10) : c'est un complexe articulaire comportant plusieurs articulations. Deux particulièrement retiennent ici l'attention.

La plus proximale est **l'articulation talo crurale** qui relie la pince tibio-fibulaire au talus : elle est responsable du mouvement de flexion plantaire/flexion dorsale de la cheville. Ce mouvement est permis par les différents muscles qui croisent l'articulation Parmi ceux-ci, on retrouve le muscle soléaire à la partie postérieure du calcaneum, le long fléchisseur des orteils et le tibial postérieur, qui passent tous les deux en postéro médial du calcaneum. Ces trois muscles participent activement à la flexion plantaire au niveau de cette articulation.

**L'articulation sub talaire** est une articulation synoviale qui relie le talus au calcaneum. Elle est stabilisée par différents moyens de contention (8) : la capsule articulaire et les ligaments (talo calcaneen latéral, talo calcaneen médial, talo calcaneen postérieur et le ligament interosseux talo calcaneen : il occupe une position centrale dans l'articulation, il permet le retour de l'articulation à sa position initiale (11). C'est surtout le calcaneum qui sera en mouvement, le talus étant encastré dans la pince talo crurale : elle possède donc deux degrés de liberté. C'est une articulation qui peut être divisée en 2 parties : la sub talaire antérieure (énarthrose) et la sub talaire postérieure (trochoïde). Elle réalise des mouvements d'abduction/adduction et de pronosupination.

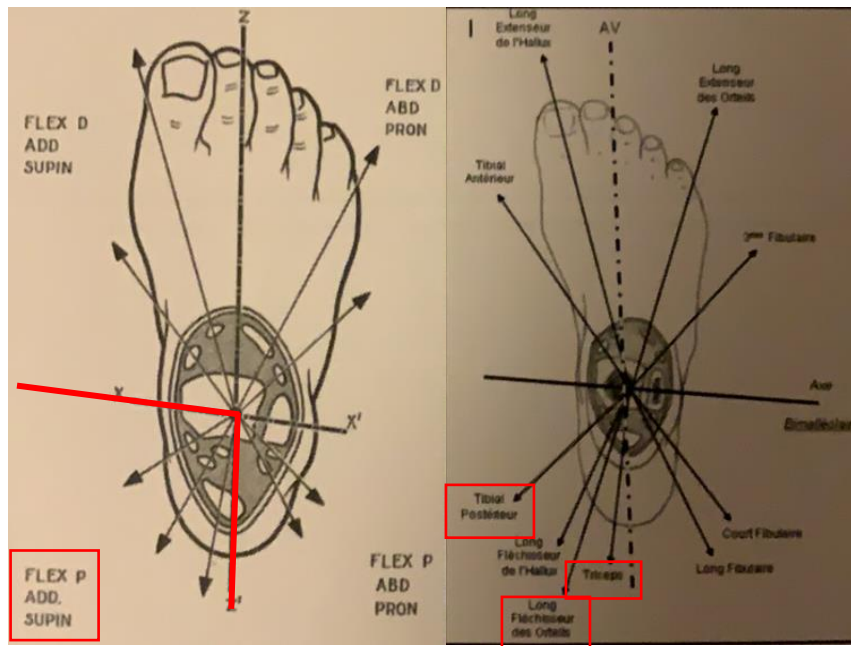


Figure 2 : Schéma du modèle d'Ombredanne

Le modèle d'Ombredanne (12) avec son schéma en étoile montre bien ici les axes de mobilité du pied. On s'intéresse ici au quart inféro-médial du schéma car c'est le mouvement déclencheur de douleur : flexion plantaire, adduction et supination. On retrouve dans la deuxième partie du schéma les muscles responsables de ce mouvement : ce sont bien ceux évoqués plus haut : le soléaire, le tibial postérieur et le long fléchisseur des orteils.

## 2.2. Anatomie fonctionnelle et facteurs de risque

La principale cause de douleurs est un phénomène de traction et de tiraillement des muscles. Comme vu précédemment sur le schéma d'Ombredanne, ce sont les muscles situés dans le carré inféro-médial qui sont douloureux. Ils sont sollicités lors du mouvement de flexion plantaire, d'adduction et de supination. La répétition importante de ce mouvement, ou sa réalisation avec une charge trop importante peut sur solliciter ces muscles et déclencher alors des phénomènes de tiraillement. C'est ce qu'on appelle une pathologie de surmenage. Cependant des facteurs de risques peuvent faciliter le déclenchement de cette pathologie. On les sépare en deux catégories : les facteurs de risques intrinsèques et les facteurs de risque extrinsèques.

### 2.2.1. Facteurs de risque extrinsèques

Ce sont les facteurs de risque qui ne dépendent pas du sujet lui-même mais de son entraînement ou de son terrain de course par exemple. Dans le cas de la périostite, ces facteurs sont les suivants : une trop grande fréquence ou durée d'entraînement, ou bien le terrain de course. Des études citent aussi un mauvais chaussage ou certains types d'entraînement qui demandent une forte propulsion, comme les sports de saut (13) (14).

### 2.2.2. Facteurs de risque intrinsèques

D'autres facteurs de risque sont à noter. Dans une revue de la littérature de Winkelman et al en 2016 (15), les principaux facteurs de risque pour le syndrome de stress tibial médial sont un indice de masse corporelle (IMC) important, un drop naviculaire (différence de hauteur du naviculaire entre un pied en charge et en décharge) important, une amplitude de flexion plantaire augmentée et une rotation externe de hanche importante également. Une autre revue de la littérature de Reicking et al, 2017 (16) ajoute à ces facteurs de risque le sexe féminin et la présence de précédentes blessures.

La longueur musculaire des muscles concernés par ce phénomène peut également être mise en cause. Un muscle court est un facteur intrinsèque au patient : il n'aura pas la même capacité d'extension qu'un muscle de longueur moyenne et sera donc plus enclin à générer une traction sur le périoste. Il peut également être raccourci par des contractures continues et devenir hypertonique, ce qui laisse la traction s'installer (17). Cela entraîne ensuite un déséquilibre musculaire entre agonistes et antagonistes. La malposition vient alors se fixer, entraînant un tiraillement permanent.

On peut aussi suspecter le rôle de l'aponévrose plantaire dans la périostite. L'aponévrose plantaire relie le calcaneum aux métacarpiens : elle peut être à l'origine d'une traction sur le calcaneum, qui viendrait perturber son mouvement dans la sub-talaire, et ainsi modifier l'action des muscles qui mobilisent l'articulation. C'est ce qu'on appelle un effet treuil (windlass) (18). Le « windlass test » ou « test du guindeau » en français, est un test permettant d'évaluer la souffrance de l'aponévrose plantaire lors de l'extension de la métacarpo-phalangienne de l'hallux. Le patient est assis et ses pieds reposent sur un support : on vient remonter l'hallux vers lui. Le test est positif s'il déclenche une douleur chez le patient : il met alors en évidence une souffrance de l'aponévrose plantaire. Cette souffrance peut, comme

expliqué ci-dessus, avoir des répercussions sur la position articulaire de la sub-talaire et la biomécanique du triceps. Elle peut donc être à l'origine d'un tiraillement excessif sur le périoste tibial, à l'origine d'une périostite.

### 2.3. Le diagnostic

Pour poser un diagnostic sur le stress tibial médial, Yates et White (14) ont posé des critères précis qui se basent sur différents aspects. Tout d'abord sur l'histoire de la douleur : elle est causée par l'exercice et elle dure quelques heures ou quelques jours ensuite. Il n'y a pas d'antécédents de paresthésie ou d'autres symptômes qui seraient causés par autre chose que l'exercice. Le deuxième aspect concerne la localisation de la douleur : elle est localisée sur le bord postéro médial du tibia et s'étend sur une zone d'au moins 5 centimètres. Le dernier point concerne la palpation de la zone atteinte : elle provoque un inconfort diffus qui se localise sur le bord postéro-médial du tibia. Dans de rares cas il peut y avoir la présence d'érythèmes et de gonflements (19).

A l'inverse, on peut exclure un diagnostic de MTSS avec les critères d'Edwards et al (20). Dans ses travaux, il met au point un raisonnement qui permet de distinguer les différents diagnostics différentiels de la douleur de jambe. Il permet de distinguer les blessures dues à l'os et au périoste, les blessures vasculaires, les blessures nerveuses, les blessures musculaires ou tendineuses, les infections et les blessures tumorales. Le STM et la fracture de stress sont deux atteintes qui affectent l'os et le périoste. Leur diagnostic est souvent confondu : ce sont deux pathologies de surutilisation, la douleur est souvent localisée au même endroit. Une des manières de les différencier est tout d'abord l'étendue de la douleur : pour le STL, la douleur s'étend sur 5 cm ou plus. A l'inverse, une zone douloureuse de 2 ou 3 cm est typique des fractures de stress.

La différence de diagnostic est souvent confirmée par Imagerie par Résonance Magnétique (IRM). Cet examen est considéré comme le gold standard du diagnostic de fractures de stress (21) : il permet donc d'affirmer la présence d'une fracture de stress, et, le cas échéant, on conclut souvent à un syndrome de stress tibial médial.

### 3. Impact, foulée, et semelle

Ces trois notions ont un impact sur la position articulaire et le mouvement des muscles concernés par le stress tibial médial.

#### 3.1. Les différentes techniques de pose de pied et leur impact sur le pied et le membre inférieur

L'attaque du pied lors de la course varie selon les différents coureurs. On en compte trois principales (22) et une quatrième moins fréquente.

##### 3.1.1. L'attaque taligrade ou attaque talon

Elle est aussi appelée « rearfoot strike » (RF), et elle est utilisée par 80% des coureurs : c'est la plus fréquente. Cette technique de pose de pied va déclencher une augmentation des contraintes osseuses et articulaires sur l'ensemble du membre inférieur. L'appui taligrade démarre en postéro-latéral pour se finir sur la dernière phalange de l'hallux. On distingue trois phases : (23)

La phase pivot-talon (ou phase d'amortissement). Cette phase commence à la pose du pied par le talon et se termine quand l'avant pied touche la surface du sol. On y retrouve une rotation médiale du tibia, une pronation du pied au niveau de l'articulation sub-talaire, une absorption du choc et un déverrouillage du pied

La deuxième phase est la phase de pivot de cheville (ou phase de soutien). Elle commence lorsque le pied est entièrement en contact avec le sol et se termine au décollement du talon. On retrouve une rotation latérale du tibia et une supination du pied.

Enfin la phase de pivot de l'avant-pied ou phase de propulsion. C'est une phase qui débute au décollement du talon et qui se termine au décollement du pied. Elle réalise une poussée antérieure par l'appui du triceps sural. On retrouve un verrouillage du pied et une pronation de l'avant-pied. Pendant cette phase, on a une rigidification du pied et de la cheville pour permettre un bras de levier stable pour la propulsion. C'est durant cette dernière phase que sont mis en charge les muscles de la propulsion.

##### 3.1.2. L'attaque à plat (par le médio pied)

Aussi appelée « midfoot strike » (MF), l'attaque à plat est utilisée par 15% des coureurs. Elle s'effectue avec une surface plus étendue sur la plante du pied. Cette technique

de pose de pied va, elle, augmenter les contraintes musculo tendineuses. C'est le tendon d'Achille et le périoste qui absorberont les chocs avec cette attaque du pied. (22)

### 3.1.3. L'attaque par l'avant pied

Aussi appelée « forefoot strike » (FF), l'attaque par l'avant pied est peu fréquente. Elle est utilisée par seulement 5% des coureurs. Le déroulement du pied se fait depuis les métatarses pour que le talon descende ensuite lentement vers le sol.

### 3.1.4. L'attaque pointe

La quatrième attaque, beaucoup moins fréquente, est l'attaque pointe : « toe strike » (TS). Cette dernière est réservée aux sprinters : le talon ne touche jamais le sol.

Chaque technique de pose de pied va donc influencer le membre inférieur de façon différente : les muscles et articulations ne seront pas sollicités de la même manière. La phase de pose de pied va entraîner des forces verticales de réactions du sol. Ces forces vont varier selon le type d'attaque (Cf Figure 3 (24)). C'est pour l'attaque talon que les contraintes sont les plus fortes.

On distingue 2 pics de réactions au sol (Cf figure 4). Le premier représente le pic passif de réception ou impact transitoire. Il correspond à l'amorti réalisé par les structures passives (articulations, ligaments). Il est précédé d'une pente appelée « réaction verticale ascendante » : c'est elle qui représente l'intensité de l'impact. Le deuxième pic représente l'amortissement actif des forces de réactions au sol : il est réalisé par les structures musculaires et tendineuses.

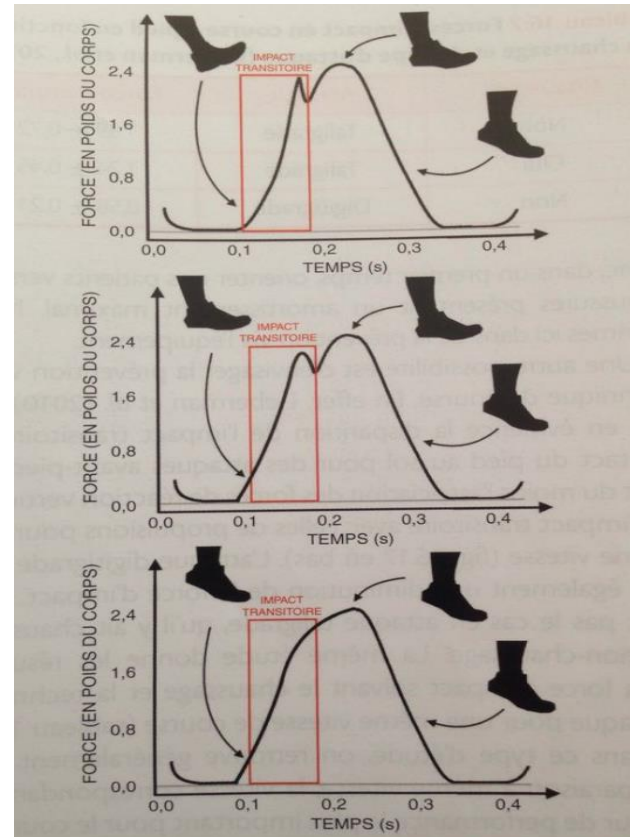


Figure 3: forces de réaction au sol en fonction du type d'attaque  
(Haut : attaque talon ; milieu : attaque à plat ; bas : attaque par l'avant pied)

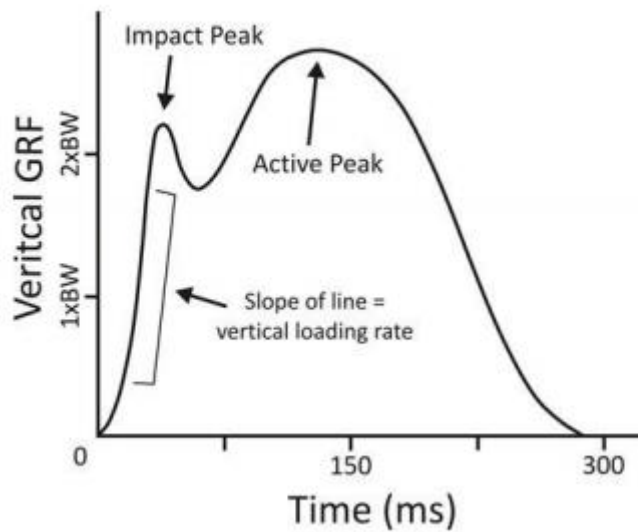


Figure 4 : Graphique des forces de réactions du sol chez les coureurs avec une attaque talon (25)

Plus la pente de l'impact passif, est importante, plus le risque de blessure est accru. En effet l'onde de choc va se répercuter dans tous les tissus (osseux ou tissulaires), et l'absorption répétée de cette onde de choc peut être délétère.

Il y a plusieurs moyens de diminuer cet impact transitoire et la réaction verticale ascendante qu'il provoque. La première solution est l'adaptation du chaussage : les chaussures modernes proposent un amortisseur au niveau du talon qui permet de diminuer cet impact. En effet on observe sur le schéma ci-contre une diminution des forces de réactions qui est de 10% selon Lieberman et al, 2010 (26).

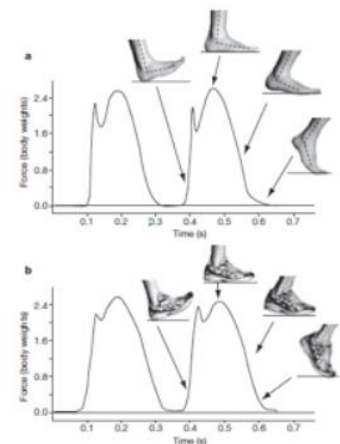


Figure 5: Forces de réaction au sol avec ou sans chaussage

La deuxième solution est la modification de la foulée : une attaque digitigrade va permettre une disparition de l'impact transitoire et une diminution très importante de la force d'impact. Il sera alors beaucoup plus faible qu'avec une attaque taligrade avec ou sans chaussure. Ce phénomène est dû au nombre plus important de structures articulaires et musculaires mises en jeu lors d'une attaque digitigrade. En effet, les 28 os du pied et les 57 articulations sont sollicités.

Au niveau articulaire, l'articulation transverse du tarse et l'articulation tarso-métatarsienne disposent d'un nombre conséquent de ligaments, ce qui apporte un rôle amortisseur évident. Au niveau aponévrotique, l'attaque digitigrade sollicite l'aponévrose plantaire : elle permet une répartition des pressions et amortit les chocs.

Au niveau musculaire, l'attaque digitigrade met en évidence une chaîne musculaire d'amortissement : le triceps, le quadriceps et le grand fessier vont tous travailler en excentrique pour limiter l'impact transitoire. Le triceps sural sera particulièrement sollicité dans cette chaîne de freination en raison de la position en course interne lors de la phase d'attaque (27).

Enfin, au niveau osseux, lorsqu'on regarde la structure du pied, il est évident qu'une meilleure répartition des forces se fait lors d'une attaque digitigrade : l'avant pied est une structure aplatie, le médio pied en torsion et l'arrière pied à la verticale.

### 3.2. Les vibrations dues à l'impact

C'est un phénomène inhérent à la course à pied : les vibrations liées à l'impact se répandent dans tout le corps. La plupart du temps, les mesures sont prises au niveau du tibia, du sacrum et de la tête (28). On observe dans le schéma ci-dessous (*Cf figure 6 (28)*) que le pic le plus important des vibrations se situe au niveau du tibia. C'est donc une zone particulièrement exposées au risque de micro traumatismes.

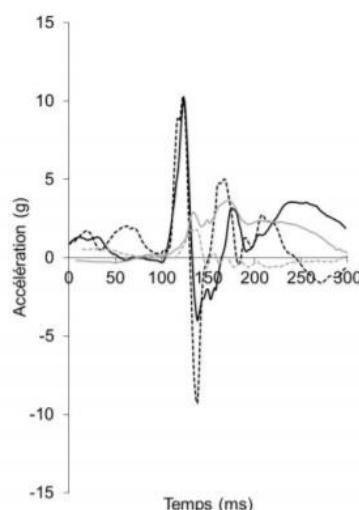


Figure 6 : schéma de la répartition dans le corps lors de l'impact

### 3.3. La foulée

L'influence de la foulée du patient est également importante. La fréquence et la longueur de la foulée ont une influence sur la sollicitation des muscles de la jambe : une attaque digitigrade va entraîner des foulées plus courtes et une fréquence plus élevée. Selon Cavanagh et Williams (29) une foulée plus courte et une fréquence augmentée serait plus économique lors de la course. Elle va en revanche augmenter la sollicitation en excentrique de la chaîne d'amortissement. Selon la répartition des appuis entre le talon et l'hallux, on distingue trois types de foulées (23).

La foulée universelle est constatée chez 40 à 45% des coureurs. Le déroulé du pied se fait depuis la partie postéro latérale du talon jusqu'à l'hallux de manière linéaire. Il dure 0.1 seconde.

La deuxième foulée est la foulée pronatrice : elle est constatée chez 40 à 45% des coureurs. Le pied se déroule depuis la partie postéro latérale du talon jusqu'à l'hallux en passant en médial. Dans certains cas, une pronation marquée peut même entraîner une attaque par le bord médial du talon.

La dernière est la foulée supinatrice. Moins fréquente, elle représente 10 à 15% des coureurs : la trajectoire du déroulé du pied se fait en latéral de la voûte plantaire. La partie médiale du pied est beaucoup moins stimulée.

### 3.4. Le rôle du chaussage

Le chaussage lors de la course à pied est un sujet qui divise. Il n'existe pas de consensus clair sur le choix du chaussage mais on peut distinguer les avantages et inconvénients pour mieux conseiller nos patients. On distingue deux chaussages principaux (23) : la chaussure classique ou maximaliste, qui est utilisée par 95% des coureurs, et la chaussure minimaliste. Ce sont bien sur deux extrêmes, il est tout à fait possible d'obtenir des chaussures dont les caractéristiques se situent entre les deux.

La chaussure maximaliste est la chaussure la plus utilisée actuellement : elle possède un amorti de l'arrière pied important, un drop (différence de hauteur entre l'avant et l'arrière

de la chaussure) important, une semelle épaisse et une souplesse moindre. Elle est réputée pour sa technologie stabilisatrice, qui permet de diminuer la pronation du pied et de réduire l'impact lors de la phase d'attaque. Il n'y a cependant aucune preuve que les chaussures maximalistes puissent diminuer les risques de blessure selon Lieberman et al, 2010 (26).

Une chaussure est considérée comme minimaliste (30) si elle réunit les 5 caractéristiques qui permettent d'établir un indice minimaliste (31). Tout d'abord un poids léger qui permet une économie d'énergie de 2.4 à 3.3% grâce à la diminution de la consommation d'oxygène selon Perl et al, 2012 (32). Elle doit permettre un confort maximum : la chaussure est plus large au niveau de l'avant pied pour permettre une plus grande liberté aux orteils. Le drop doit être le plus limité possible pour laisser le pied en position naturelle pendant la foulée. La chaussure doit être très souple en longueur et en torsion. Cela permet une liberté du pied et l'intervention des techniques naturelles de capacités intrinsèques d'amortissement. Enfin la dernière caractéristique est l'absence de technologie stabilisatrice et de contrôle du mouvement : le pied utilise ses propres stratégies d'adaptation.

**MINIMALIST INDEX**

**A) Weight:** According to the scale, what is the weight of the shoe?

Weight =  grams

5 = less than 125g  
4 = from 125g to less than 175g  
3 = from 175g to less than 225g  
2 = from 225g to less than 275g  
1 = from 275g to less than 325g  
0 = 325g and more

**Weight subscore =**

**B) Stack height:** According to the caliper, what is the height of the shoe as measured in the middle of the heel?

Stack height =  mm

5 = less than 8 mm  
4 = from 8 mm to less than 14 mm  
3 = from 14 mm to less than 20 mm  
2 = from 20 mm to less than 26 mm  
1 = from 26 mm to less than 32 mm  
0 = 32 mm and more

**Stack height subscore =**

**C) Heel to toe drop:** According to the caliper, what is the height of the shoe under the metatarsal heads? Then, subtract this value from the stack height to obtain the heel to toe drop.

Stack height  mm  
- Height at forefoot  mm  
= Heel to toe drop  mm

5 = less than 1 mm  
4 = from 1 mm to less than 4 mm  
3 = from 4 mm to less than 7 mm  
2 = from 7 mm to less than 10 mm  
1 = from 10 mm to less than 13 mm  
0 = 13 mm and more

**Heel to toe drop subscore =**

**D) Stability and motion control technologies:** Which of these technologies can you observe on the shoe?

☐ Multi-density midsole  
☐ Thermoplastic medial post  
☐ Rigid heel counter  
☐ Elevated medial insole under arch  
☐ Supportive tensioned medial upper  
☐ Medial flare

5 = None  
4 = 1 device  
3 = 2 devices  
2 = 3 devices  
1 = 4 devices  
0 = 5 or 6 devices

**Stability and motion control technologies subscore =**

**E) Flexibility**

**Longitudinal flexibility:** Using a pinch grip with thumb, index and middle fingers from both hands, apply a superiorly-directed force to the anterior and posterior parts of the shoe. How would you rate longitudinal flexibility?

2.5 = Minimal resistance to longitudinal bending (the shoe can be rolled on itself more than 360 degrees)  
2.0 = Slight resistance to longitudinal bending (anterior tip of shoe sole reaches posterior tip of shoe sole in a maximal bending of 360 degrees)  
1.5 = Moderate resistance to longitudinal bending (anterior tip of shoe sole doesn't reach posterior tip of shoe sole, but anterior and posterior parts of the shoe can form an angle of at least 90 degrees)  
1.0 = High resistance to longitudinal bending (anterior and posterior parts of the shoe can form an angle between 45 and 90 degrees)  
0.5 = Very high resistance to longitudinal bending (longitudinal deformation is possible, but anterior and posterior parts of the shoe form a maximum angle of 45 degrees)  
0 = Extreme resistance to longitudinal bending (longitudinal forces don't significantly change the orientation of the anterior part of the shoe relative to the posterior part)

**Torsional flexibility:** Using a pinch grip with thumb, index and middle fingers from both hands, apply a medially-directed torsional force (pronation) to the anterior part of the shoe. How would you rate torsional flexibility?

2.5 = Minimal resistance to torsion (anterior part of the shoe is turned 360 degrees; anterior outsole faces inferiorly after a complete twist while posterior outsole faces inferiorly)  
2.0 = Slight resistance to torsion (anterior part of the shoe is turned at least 180 degrees but less than 360 degrees; anterior outsole faces at least superiorly while posterior outsole faces inferiorly)  
1.5 = Moderate resistance to torsion (anterior part of the shoe is turned more than 90 degrees but less than 180 degrees; anterior outsole faces at least laterally while posterior outsole faces inferiorly)  
1.0 = High resistance to torsion (anterior part of the shoe is turned more than 45 degrees but less than 90 degrees; anterior outsole can't face laterally while posterior outsole faces inferiorly)  
0.5 = Very high resistance to torsion (torsional deformation is possible, but anterior part of the shoe reaches less than 45 degrees)  
0 = Extreme resistance to torsion (torsional forces don't significantly change the orientation of the anterior part of the shoe relative to the posterior part)

**Flexibility subscore (sum of torsional and longitudinal) =**

**Sum of subscores =**  x 4 =  % (Total MI score)

Figure 7 : Calcul de l'index minimaliste (selon la clinique du coureur)

En fonction des mesures de ces différentes caractéristiques, la chaussure obtient un « score minimaliste ». Pour obtenir une chaussure parfaitement minimaliste, la semelle doit être inférieure à 8mm, la chaussure doit peser moins de 125g, être très flexible, posséder un drop de moins de 1mm et ne proposer aucune technologie de contrôle de la pronation et du mouvement.

Le port de ces chaussures va entraîner une modification de l'attaque du pied : les coureurs auront plus tendance à passer d'une attaque taligrade à une attaque par le médio-pied ou plantigrade. Les modifications se feront également au niveau de la foulée : on note une augmentation de la cadence, une diminution de leur longueur et une diminution du temps de contact au sol.

### 3.5. Une douleur plus fréquente à la course qu'à la marche : pourquoi ?

La marche et la course sont des activités similaires qui permettent la locomotion. Cependant, la périostite est réputée pour apparaître lors des sports de course et de saut. A quoi est due cette différence ? La course, contrairement à la marche, se définit par une absence de phase de double appui. Les points communs et différences sont recensés dans le tableau suivant : (23)

*Tableau 1: point communs et différences entre la marche et la course*

|                                       | Marche                                                                                                        | Course                                                                                                        |
|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Les points communs</b>             |                                                                                                               |                                                                                                               |
| <b>Les phases</b>                     | 3 phases : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Attaque</li> <li>• Appui</li> <li>• Propulsion</li> </ul> | 3 phases : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Attaque</li> <li>• Appui</li> <li>• Propulsion</li> </ul> |
| <b>Les différences</b>                |                                                                                                               |                                                                                                               |
| <b>La vitesse</b><br>(en km/h)        | 3 à 6                                                                                                         | Environ 6 à 12                                                                                                |
| <b>Temps d'appui</b><br>(en %)        | 60                                                                                                            | 40                                                                                                            |
| <b>Temps d'oscillation</b><br>(en %)  | 40                                                                                                            | 60                                                                                                            |
| <b>Longueur du pas</b><br>(en cm)     | 64 pour les femmes<br>73 pour les hommes                                                                      | 100                                                                                                           |
| <b>Cadence</b><br>(Nombre de pas/min) | 100 à 130                                                                                                     | 150 à 190                                                                                                     |

Les principales différences résident dans la puissance nécessaire. En effet la course à pied demande une cadence, une vitesse, et une longueur de pas bien supérieures à celles de

la marche. Le coureur a un temps d'appui moins important et passe plus de temps en oscillation que le marcheur. Tout cela demande un effort bien plus conséquent que celui nécessaire à la marche. C'est surtout la phase de propulsion qui va faire cette différence : c'est grâce à elle que la longueur de pas augmente, augmentant ainsi le temps en phase d'oscillation et la vitesse. Les muscles responsables de cette propulsion sont donc les mêmes (Cf Figure 8 (33) et Figure 9 (34)), mais ils sont plus sollicités lors de la course que lors de la marche. Ceci explique le déclenchement de la périostite lors de la course et pas lors de la marche.

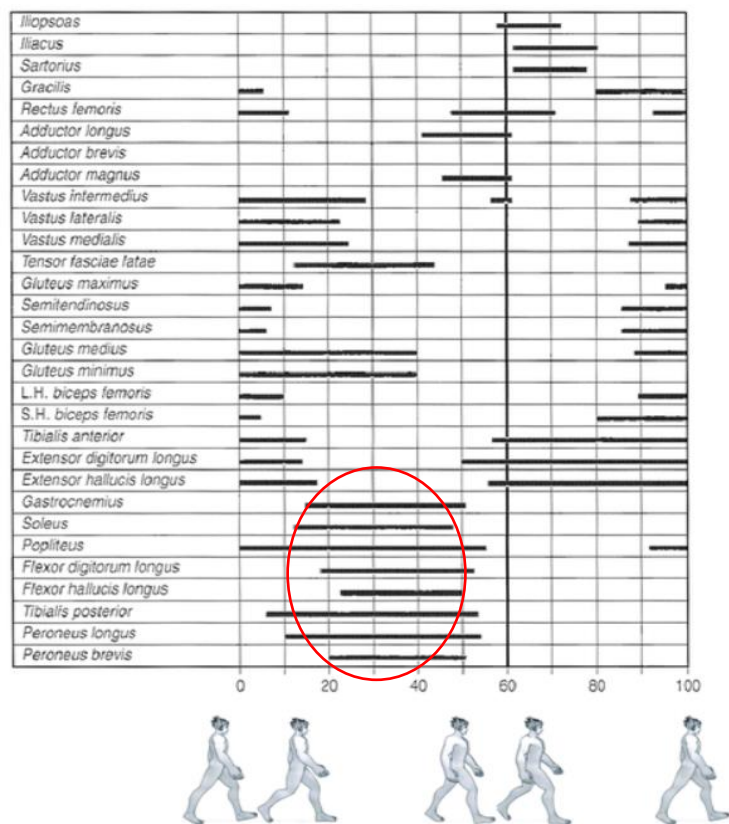


Figure 8 : Activation temporelle des muscles des membres inférieurs lors de la marche normale (33)

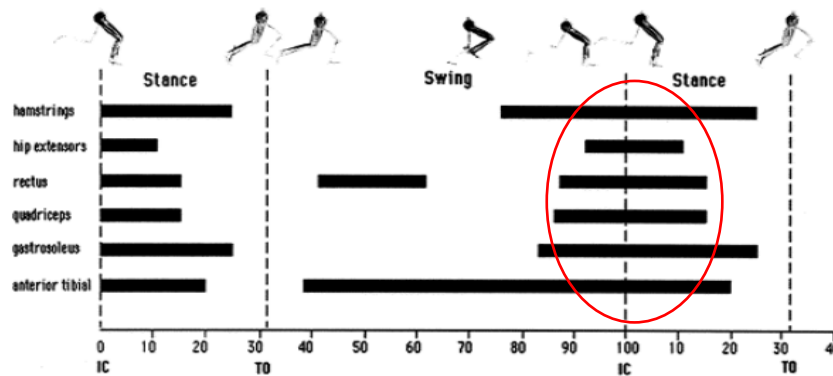


Figure 9 : Activation temporelle des muscles des membres inférieurs à la course

La course et la marche sont donc à l'origine de phénomènes différents pour le corps. Les impacts, les chocs et les vibrations font de la course un sport assez traumatisant.

#### 4. Les différents traitements

Les traitements énoncés dans la littérature sont nombreux et variés. Ils vont du glaçage aux ondes de choc. Ils servent différents objectifs en fonction des aspects de la pathologie. L'aspect préventif pour limiter la surcharge, l'aspect symptomatique pour limiter le tiraillement et la douleur. Et le traitement étiologique, qui cherche à traiter le fond du problème pour limiter sa réapparition.

##### 4.1. Traitement préventif

Les chocs et vibrations sont conséquents lors de la course à pied et peuvent favoriser des micro-traumatismes à l'origine d'une détérioration du périoste. Parmi les traitements qui préviennent ces vibrations, on peut citer des chaussettes ou manchons de compressions (Cf Figure 8 (35)). Ces derniers permettent une réduction des ballotements musculaires au niveau du tibia, limitant ainsi le risque de micro traumatismes.



Figure 10 : image d'un manchon de compression tibial

Une adaptation du chaussage est également recommandée pour limiter les effets de l'impact sur la jambe. La foulée pronatrice est souvent tenue pour responsable

de l'apparition de périostite (17). En effet, elle va provoquer un étirement plus important et un tiraillement des muscles soléaire, fléchisseur des orteils et tibial postérieur (situés sur le bord postéro médial de la jambe). Un écrasement de l'arche médiale du pied (tendance aux « pieds plats ») vient également allonger ces muscles. Des semelles orthopédiques peuvent alors être proposées pour corriger la malposition du pied et amortir les impacts lors de la course (36).

#### 4.2. Les traitements symptomatiques

Si l'action des traitements préventifs se déclare inefficace, il est alors nécessaire de soulager les symptômes du stress tibial médial.

##### 4.2.1. Soulager la douleur

La douleur est le principal symptôme dont se plaignent les patients. Plusieurs moyens sont mis à notre disposition en physiothérapie pour y remédier à court terme. L'application de froid va venir réduire la douleur et limiter l'inflammation si elle est présente (il est cependant nécessaire de ne pas prolonger une certaine durée à très basse température : d'une part il peut y avoir des effets cutanés, et, d'autre part l'application prolongée de froid entraîne un arrêt de la réaction inflammatoire et du remodelage physiologique qu'elle entraîne)(37).

La réalisation de massages présente aussi un effet antalgique : un massage appuyé va permettre une saturation des nocicepteurs et une réduction de la douleur à court terme.

Les techniques d'électrothérapie trans cutanées antalgiques ont également toute leur place dans le traitement de la douleur localisée au tibia.

##### 4.2.2. Détendre la traction

Si la douleur est liée à la tension appliquée au périoste par les muscles, il est nécessaire de venir détendre le muscle.

Cette détente s'obtient par la réalisation d'étirements des muscles concernés (triceps sural, fléchisseur profond des doigts et tibial postérieur).

Le massage des différentes parties musculaire est également un outil en physiothérapie. D'abord par le massage des différents corps musculaires sur leur longueur, puis de l'insertion niveau du périoste par des manœuvres de crochetage ou des techniques de décordage. Ces manœuvres peuvent être accompagnées par des adjuvants qui aident au relâchement musculaire.

L'application de K tape au niveau du mollet a également son rôle ici : l'application de bandes au niveau des muscles concernés peut venir soulager la traction. Si les muscles sont dans un étirement permanent, une bande mise en tension permettra d'initier le mouvement pour limiter l'étirement. Si au contraire, les muscles sont hyper-sollicités une bande va permettre de suppléer et d'accompagner le mouvement.

#### 4.3. Traitement étiologique : un rééquilibrage musculaire

##### 4.3.1. Ondes de choc

La thérapie par ondes de choc extracorporelles peut être indiquée pour traiter le stress tibial médial. En effet, elles déclenchent la revascularisation et la cicatrisation de la zone traitée. Cela va permettre de relancer le processus de régénération, qui est défectueux dans la zone atteinte. Le tissu, en réaction aux chocs, va se renforcer et entraîner une amélioration de la qualité tissulaire. Il sera alors plus résistant aux différents stress et tractions qui l'atteignent.

##### 4.3.2. Renforcement musculaire ciblé

Nous évoquons plus haut des déséquilibres musculaires à l'origine des tractions ou étirements excessifs. Ces dysharmonies peuvent se situer aussi bien au niveau du mollet qu'à la hanche.

Le déséquilibre du segment jambier peut se corriger en renforçant les muscles hypotoniques, et détendre et étirer les muscles trop forts. Un pied en hyper-pronation sollicitera surtout les fibulaires alors que le soléaire, le long fléchisseur des orteils et le tibial postérieur, seront, eux, hypotoniques. Un renforcement musculaire de ces derniers associés à une détente des fibulaires va induire un retour dans une position physiologique. A l'inverse, pour un pied en hyper supination, on notera une faiblesse des fibulaires et une hyper sollicitation des muscles

concernés par la traction. On réalise lors un renforcement des fibulaires et une détente des antagonistes.

D'autres incidences sur l'ensemble du membre inférieur peuvent avoir des conséquences sur les muscles tibiaux. Une faiblesse à la hanche peut par exemple entrainer une surutilisation du mollet par compensation. C'est le bilan et l'examen morphostatique et morpho-dynamique qui détermineront les faiblesses et déséquilibres à corriger.

#### 4.3.3. Thérapie manuelle

Elle est parfois nécessaire pour corriger une malposition à l'origine du déséquilibre musculaire évoqué ci-dessus. En effet, si un travail musculaire ciblé est réalisé pour pallier aux déficits, mais que l'articulation est fixée en malposition, le déséquilibre va persister. On réalise donc une réharmonisation articulaire pour un rééquilibrage musculaire optimal ensuite.

Ces notions nous amènent à formuler une question de recherche : **Quels sont les traitements physiothérapiques les plus efficaces que le masseur kinésithérapeute ait à sa disposition dans le traitement de la douleur et de la fonction chez les patients présentant une périostite tibiale ?**

## 5. Méthodologie de la recherche

### 5.1. Stratégie de recherche

Notre manière de procéder sera la suivante : la mise en place d'une équation selon le modèle PICO (Population Intervention Comparateur Outcomes) et la mise en place de critères d'inclusion et d'exclusion. Nous formulerons ensuite des mots clés regroupés en équation de recherche pour chercher le plus efficacement possible les documents nécessaires à notre travail sur les moteurs de recherche adaptés. Nous choisirons ensuite les plus pertinents, grâce, tout d'abord, à la lecture des titres, des résumés puis à l'utilisation d'une grille d'analyse.

## 5.2. Modèle PICO

Le modèle PICO est un outil qui permet d'extraire les premières informations dont nous avons besoin. Les critères suivants : « population, intervention, comparateur et outcomes » permettent de mettre en place les critères de choix des articles.

*Tableau 2: résumé des critères de l'équation PICO*

| PICO             | Population                              | Intervention                                    | Comparateur                                            | Outcomes (variables)      |
|------------------|-----------------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------|
| <b>Inclusion</b> | Patients atteints de périostite tibiale | Action de traitement / de prévention secondaire | Etude comprenant un groupe atteint et un groupe témoin | Douleur<br>Fonctionnalité |
| <b>Exclusion</b> | Patients asymptomatiques                | Autre intervention                              | Etude sans groupe témoin                               | Autres variables          |

## 5.3. Equation de recherche

Elle nécessite la mise en place de mots clés. D'abord formulés en français, ces mots clés sont traduits en anglais pour accéder aux données scientifiques internationales. Les bases de données utilisées sont les suivantes : Pubmed, Cochrane et PEDro.

*Tableau 3 : mots clés et leur traduction*

| Mots clés                        | Keys words                    |
|----------------------------------|-------------------------------|
| Périostite                       | Shin splints                  |
| Syndrome de stress tibial médial | Tibial Medial Stress Syndrome |
| Traitement                       | Treatment                     |

## 5.4. Sélection des articles

Le travail de méthodologie nous a permis d'accéder à un certain nombre de résultats. Dans les recherches sur la base de données **PubMed**, nous utilisons l'équation de recherche

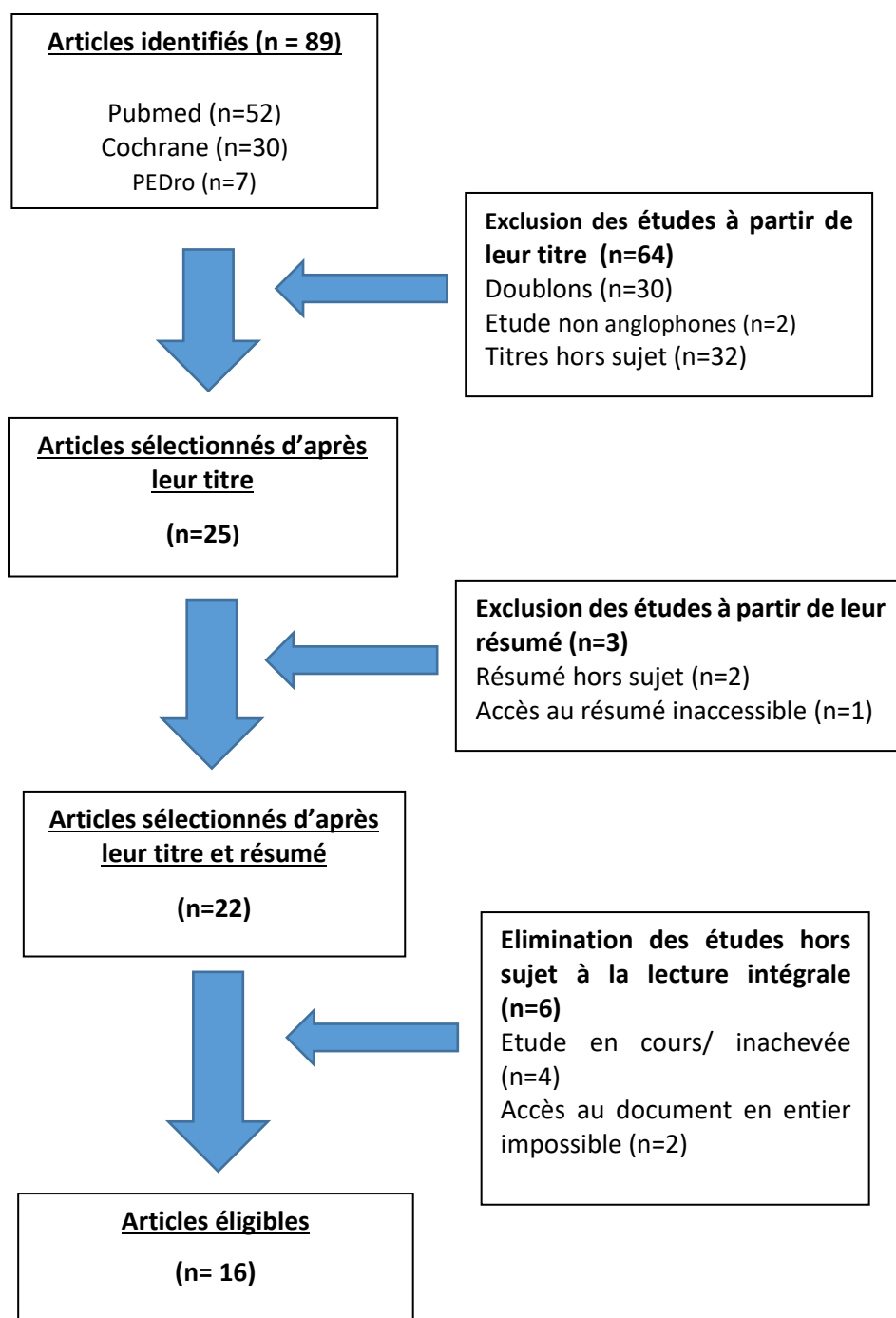
suivante « stress tibial medial AND treatment ». Après avoir mis en place des filtres documentaires pour ne choisir que des essais contrôlés randomisés et des essais cliniques, ainsi que des documents datant d'après 2005, nous trouvons **N=37** résultats.

En utilisant l'équation de recherche « shin splints AND treatment » et en appliquant les mêmes critères que précédemment, nous trouvons **N= 15**.

L'équation « medial stress tibial AND treatment » sur **PEDro** laisse **7** résultats d'essais cliniques.

Avec les mots clés “medial stress tibial treatment” sur le site de la **Cochrane**, on trouve **30** essais cliniques.

Nous trouvons donc au total 89 essais cliniques. Le processus de sélection de ces derniers est détaillé ci-dessous (Cf figure 1 : processus de sélection des articles)



*Figure 11: Processus de sélection des articles*

Une fois ces 16 articles sélectionnés, nous les évaluons grâce à la grille PEDro (38) disponible en annexe (Cf Annexe 1). Cette grille permet une évaluation de la qualité d'un essai clinique et aboutit à un score sur 10 points.

Les résultats obtenus après cette analyse sont recensés dans un tableau disponible en annexe (Cf Annexe 2)

Afin d'analyser les études les plus pertinentes, nous ne conservons que les études ayant un score PEDro supérieur ou égal à 4/10. Il nous reste alors 14 études.

Une fois ces 14 articles sélectionnés, nous les soumettons à l'équation PICO définie dans le paragraphe correspondant. L'étude doit inclure des patients atteints de stress tibial médial, comporter un groupe témoin et un groupe intervention. Elle doit réaliser une intervention de traitement ou de prévention secondaire et évaluer ses conséquences sur la douleur et la fonctionnalité. Les résultats sont consignés dans le tableau ci-dessous. On peut voir dans les cases grisées les études répondants aux critères de l'équation PICO.

| PICO                                          | Population :<br>patients atteints<br>de périostite<br>tibiale | Intervention :<br>traitement /<br>prévention<br>secondaire de la<br>périostite tibiale | Comparaison : un<br>groupe contrôle<br>et un groupe<br>intervention | Outcome    |                                                                                                                      |
|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                               |                                                               |                                                                                        |                                                                     | Douleur    | Fonction                                                                                                             |
| Johnston et al,<br>2006                       | Oui                                                           | Oui                                                                                    | Oui                                                                 | Non        | Test de course + évaluation<br>globale du changement (GRC<br>scale) + nombre de sessions de<br>traitement.           |
| Brushoj et al,<br>2008                        | Non : étude de<br>cohorte                                     | Oui                                                                                    | Oui                                                                 | Non        | Oui : test de course de 12<br>minutes                                                                                |
| Moen et al, 2010                              | Oui                                                           | Oui                                                                                    | Oui                                                                 | Non        | Oui : temps nécessaire pour<br>compléter un programme de<br>course + satisfaction (SARS +<br>NRS)                    |
| Loudon et al,<br>2010                         | Oui                                                           | Oui                                                                                    | Non                                                                 | Oui (NPRS) | Non                                                                                                                  |
| Moen et al, 2012<br>(shockwave<br>treatment)  | Oui                                                           | Oui                                                                                    | Oui                                                                 | Non        | Oui : temps nécessaire à une<br>guérison complète : course de<br>18 minutes (en jours)                               |
| Moen et al 2012<br>(treatment in<br>athletes) | Oui                                                           | Oui                                                                                    | Oui                                                                 | Non        | Oui : temps nécessaire pour<br>terminer un programme de<br>course (18 minutes) +<br>satisfaction du traitement (NRS) |
| Gan et al, 2014                               | Non                                                           | Oui                                                                                    | Oui                                                                 | Oui        |                                                                                                                      |
| Sharma et al,<br>2014                         | Non : étude de<br>cohorte                                     | Oui                                                                                    | Oui                                                                 | Non        | Non                                                                                                                  |
| Kim et Park, 2017                             | Non                                                           | Oui                                                                                    | Oui                                                                 | Non        | Non                                                                                                                  |
| Newman et al,<br>2017                         | Oui                                                           | Oui                                                                                    | Oui                                                                 | Oui (NRS)  | Oui : distance de course (m) +<br>auto perception de changement                                                      |
| Gomez Garcia et<br>al, 2017                   | Oui                                                           | Oui                                                                                    | Oui                                                                 | Oui (VAS)  | Oui : distance de course +<br>satisfaction du traitement<br>(Roles and Maudsley scale)                               |
| Bonnano et al,<br>2017                        | Non : étude de<br>cohorte                                     | Oui                                                                                    | Oui                                                                 | Non        | Non                                                                                                                  |
| Bonnano et al,<br>2018                        | Non : étude<br>cohorte                                        | Non :<br>identification des<br>facteurs de<br>risque                                   | Oui                                                                 | Non        | Non                                                                                                                  |
| De la Fuente et<br>al, 2019                   | Oui                                                           | Oui                                                                                    | Oui                                                                 | Non        | Oui : rôle des semelles dans<br>l'amorti de l'impact                                                                 |

Tableau 4 : analyse des études selon l'équation PICO

## 6. Résultats

### 6.1. Présentation générale des études

Il reste donc 7 études pour mener notre analyse. Leur présentation est résumée dans le tableau ci-dessous :

*Tableau 5: présentation générale des études retenues pour la revue de littérature*

| Etudes                                         | Population                                                                                                                                                | Intervention                                                                                                                                                                         | Protocole des groupes                                                                                                                                                                                     | Outcome                                                                                                                                                                                                                                                               |
|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Johnston et al, 2006</b>                    | <b>25 participants</b><br>-GC : $22 \pm 5,05$ ans<br>-GE : $22.33 \pm 3.89$ ans                                                                           | Durée : 6 semaines                                                                                                                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>GC : walk to run program sans orthèse</li> <li>GE : walk to run programm avec orthèse</li> </ul>                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Perception de la douleur (VAS) <ul style="list-style-type: none"> <li>Auto perception de changement (GRC)</li> </ul> </li> <li>Fonction : temps nécessaire pour terminer le programme (jours) et nombre de sessions</li> </ul> |
| <b>Moen et al, 2010</b>                        | <b>15 participants</b><br>-GC $18.6 \pm 1.2$ ans<br>-GE : $19.1 \pm 1.9$ ans                                                                              | Programme de réhabilitation : 6 phases<br><b>Fréquence :</b><br>-Exercices : tous les jours<br>- Course : 3/semaine                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>GC : programme de réhabilitation sans orthèse de jambe</li> <li>GE : programme de réhabilitation avec orthèse de jambe</li> </ul>                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Fonction : temps nécessaire pour terminer le programme</li> <li>Satisfaction du traitement (NRS) <ul style="list-style-type: none"> <li>Fonction (SARS)</li> </ul> </li> </ul>                                                 |
| <b>Moen et al, 2012 (shockwave treatment)</b>  | <b>42 participants</b> (23 H + 19 F)<br>-GC : $22.7 \pm 7.2$ ans (7 H et 13 F)<br>-GE : $30.0 \pm 12.5$ ans (16 H et 6 F)                                 | <b>Durée :</b> 9 semaines<br>Programme de course : 6 phases de réhabilitation<br><b>Fréquence :</b><br>-Sessions d'ondes de choc : 5<br>-Programme de reprise de course : 3/semaine. | <ul style="list-style-type: none"> <li>GC : programme de reprise de course</li> <li>GE : Programme de reprise de course + ondes de choc</li> </ul>                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>Fonction (temps nécessaire pour terminer le programme)</li> </ul>                                                                                                                                                              |
| <b>Moen et al 2012 (treatment in athletes)</b> | <b>74 participants</b><br>-GC $22.2 \pm 6.8$ ans (9 H et 16 F)<br>-GE(1) : $20.7 \pm 6.4$ ans (7 H et 17 F)<br>-GE(2) : $23.0 \pm 8.2$ ans (12 H et 13 F) | - Programme de course : 6 phases de réhabilitation<br>-Exercices : 5/semaine                                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>GC : Programme de course</li> <li>GE(1) : programme de course + exercices</li> <li>GE(2) : programme de course + exercices + chaussettes de compression</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Fonction (temps nécessaire pour terminer le programme) <ul style="list-style-type: none"> <li>Auto perception du changement (NRS)</li> </ul> </li> </ul>                                                                       |
| <b>Gomez Garcia et al, 2017</b>                | <b>42 participants</b> (33 H et 9 F)<br>-GC : $19.42 \pm 0.35$ ans (13 H et 6 F)<br>-GE : $20.04 \pm 0.56$ ans (20 H et 3 F)                              | Durée : 4 semaines<br>Sessions : 1                                                                                                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>GC : programme d'exercices</li> <li>GE : programme d'exercices + ondes de choc</li> </ul>                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>Douleur (VAS)</li> <li>Fonction (running test en minutes)</li> </ul>                                                                                                                                                           |

|                                 |                                                                                                          |                                     |                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                            |
|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Newman et al, 2017</b>       | <b>28 participants</b> (18 F et 10 H)<br>-GC : 36 ± 9 ans (9 F et 5 H)<br>-GE : 34 ± 11 ans (9 F et 5 H) | Durée : 10 semaines<br>Sessions : 5 | <ul style="list-style-type: none"> <li>GC : ondes de choc à dose minimale</li> <li>GE : onde de choc à dose standard</li> </ul>                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>Douleur (NRS)</li> <li>Fonction (distance de course sans douleur en mètres)</li> <li>Auto-perception du changement (GRC)</li> </ul> |
| <b>De la Fuente et al, 2019</b> | <b>20 participants</b> (20 hommes)<br>Age moyen 30.5 ± 9.3                                               | Durée : 6 semaines                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>GC : programme de réhabilitation avec des semelles sans amorti</li> <li>GE : programme de réhabilitation avec des semelles avec amorti</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Evaluation de la force de l'impact (par accéléromètre)</li> <li>Evaluation de la fréquence de l'impact</li> </ul>                   |

## 6.2. Description des études

L'étude de **Gomez Garcia et al, 2017** (39) a pour objectif d'évaluer l'efficacité d'une seule session d'ondes de choc dans le traitement du stress tibial médial. Elle décrit le recrutement de 42 participants (33 hommes et 9 femmes) parmi les recrues militaires. Ces derniers sont répartis aléatoirement dans un groupe contrôle (réalisation d'exercices) de 23 participants ou un groupe expérimental (réalisation d'exercices et ondes de choc) de 19 participants. La moyenne d'âge est de 20.04 ans pour le groupe expérimental et de 19,42 pour le groupe contrôle. Les deux groupes sont identiques à l'état initial. Ils suivent un programme commun comprenant des exercices d'assouplissement (du triceps sural, de la loge postérieure et antérieure de la jambe), de renforcement (de la partie inférieure de la jambe, des muscles stabilisateurs du pelvis et de la hanche) et de mobilité articulaire de cheville. Le groupe expérimental reçoit en plus une séance d'ondes de choc de 1500 pulsations à une intensité de 0.20mJ/mm<sup>2</sup> sur la zone douloureuse tandis que le groupe contrôle n'en reçoit pas. Les séances d'exercices durent 40 minutes et se font 5 jours par semaine pendant 4 semaines. Elles sont supervisées par un physiothérapeute. L'étude va mesurer l'évaluation de la **douleur** grâce à l'échelle visuelle analogique (EVA) et la **capacité fonctionnelle** grâce au test de course.

L'étude de **Newman et al, 2017**(40) a pour objectif d'évaluer l'effet des ondes de choc sur le syndrome de stress tibial médial. Elle recrute 28 participants (18 femmes et 12 hommes) parmi des adultes actifs avec une moyenne d'âge de 34 ans qui sont répartis aléatoirement dans deux groupes. Le groupe expérimental reçoit des doses d'onde de choc thérapeutiques qui augmentent progressivement alors que le groupe contrôle reçoit une dose minimale tout

au long du traitement. Au final, le groupe expérimental aura reçu une dose cumulée de 1450mJ/mm<sup>2</sup> tandis que le groupe contrôle aura reçu un cumul de 70mJ/mm<sup>2</sup>. Le temps de l'étude est de 10 semaines, avec 5 séances d'ondes de choc réparties sur ma semaine 1,2, 3, 5 et 9. L'étude mesure la **douleur** grâce à l'échelle numérique (EN), **les capacités fonctionnelles** grâce à la distance de course, et la **perception du changement** grâce à une échelle de notation globale de changement.

L'étude de **La Fuente et al, 2019** (41) veut déterminer les effets des chaussures avec ou sans amorti sur une course de 10 kilomètres chez les coureurs souffrants de MTSS unilatéral. Elle décrit le recrutement de 20 participants d'âge moyen 30.5 ans. Ils réalisent tous un programme de rééducation de 6 semaines. La première semaine prévoit du repos ainsi que le contrôle de la douleur et de l'inflammation. La deuxième y ajoute le travail de l'amplitude de cheville, du renforcement isométrique de cheville et un entraînement au « star excursion balance test ». Les semaines 3, 4 et 5 contiennent du contrôle de la douleur et de l'inflammation, des assouplissements de cheville, du renforcement excentrique de cheville et un entraînement au « star excursion balance test ». La sixième et dernière semaine comprend des étirements en flexion plantaire de cheville, un reconditionnement aérobie, une modification de la chaussure, du renforcement excentrique en insistant sur les muscles inverseurs de cheville et des séances de course sur tapis roulant, ainsi que des séances de cryothérapie après chaque course. Une fois ce programme réalisé, les participants vont utiliser des semelles neutres qui auront pour but de réduire l'effet de pronation et de pression. Ils sont répartis aléatoirement dans un groupe avec ou sans amorti et conduits sur une plateforme de pression. L'accéléromètre mesure l'effet de l'amorti : on obtient alors le temps et la force de l'impact. Cette étude mesure la **fonction**.

L'étude de **Johnston et al, 2006** (42) a pour objectif d'évaluer l'efficacité des orthèses de jambe dans le traitement du syndrome de stress tibial médial. 25 participants sont recrutés pour une durée de 6 semaines. Ils sont aléatoirement répartis dans un groupe contrôle, qui suit un programme « walk to run », et un groupe expérimental qui suit le même programme mais avec une orthèse de jambe. Ce programme consiste à marcher sur une piste sur une distance de 1 miles (1.6 km (43)) puis de courir sur 0.5 miles. Les participants devaient s'arrêter en cas de douleur sur plus de 10 pas consécutifs. L'étude évalue la **fonction** par le temps et le

nombre de sessions nécessaires pour terminer le programme, la **douleur** grâce à l'EVA et la **perception du changement** par la « Global Rating Change Scale » (GRCS) (44).

L'étude de **Moen et al, 2010** (45) veut étudier l'effet additionnel d'une orthèse de jambe sur un programme de réhabilitation standard dans le traitement des recrues atteintes de stress tibial médial. 15 participants sont recrutés puis répartis dans un groupe contrôle qui réalise le programme de réhabilitation, et un groupe expérimental qui réalise le même programme avec une orthèse plantaire en plus. Ce programme comprend des séances de course 3 fois par semaines ainsi que des exercices quotidiens. Il est divisé en 6 phases de réhabilitation et le passage d'une phase à l'autre est déterminé par le temps que met la douleur à se manifester. Lors de la première phase, la course se fait sur un tapis de course en fractionné (marche à 6km/h et course à 10km/h) pendant 16 minutes. La deuxième phase est exactement la même, exceptée la vitesse de course qui est de 12km/h. La troisième phase se déroule sur de l'herbe : la course se fait toujours en fractionné et dure 20 minutes. La quatrième phase se fait sur route et dure 20 minutes également. Les phases 5 et 6 durent respectivement 16 et 18 minutes et se font entièrement en courant. L'étude mesure la **fonction** grâce à la mesure du temps nécessaire pour terminer le programme et la « Sports Activity Rating Scale (SARS) score » et la **satisfaction du traitement** grâce à l'échelle numérique.

L'étude de **Moen et al, 2012** (46) concernant le traitement par onde de choc, a pour objectif de décrire les résultats de deux traitements sur le stress tibial médial. 42 participants sont répartis aléatoirement entre deux groupes. Les participants du groupe contrôle suivent un programme de reprise progressive de course, tandis que ceux du groupe expérimental suivent le même programme additionné à une thérapie par ondes de choc. Ce programme se déroule trois fois par semaine et comporte 6 phases. La progression entre ces phases se fait grâce à l'évaluation de la douleur lors des courses. Les deux premières phases consistent en une course fractionnée (marche/course) sur un tapis de marche. Les quatre autres se déroulent sur route : les phases 3 et 4 sont toujours fractionnées tandis que les phases 5 et 6 sont en course continue. La thérapie par ondes de choc reçue par le groupe expérimental se déroule en parallèle du programme de course, en 5 sessions, et l'intensité des ondes augmente progressivement. Lors de la première semaine les participants reçoivent 1000 chocs à une intensité de 0.10mJ/mm<sup>2</sup>. Lors des semaines 2, 3, 5 et 9, les participants reçoivent 1500

chocs à une intensité respective de 0.15, 0.20, 0.25 et 0.30 mJ/mm<sup>2</sup>. Le cumul total est de 1450 mJ/mm<sup>2</sup> pour le groupe expérimental. Cette étude mesure **la fonction** grâce à la mesure du temps nécessaire pour terminer le programme.

Une autre étude de **Moen et al, 2012** (47) étudie cette fois le traitement du syndrome de stress tibial médial chez les athlètes. A la différence des autres études sélectionnées, celle-ci compare trois groupes entre eux. L'objectif est de savoir si la capacité fonctionnelle des trois groupes est la même après une exposition à trois traitements différents. Le premier groupe réalise un programme de course, le deuxième groupe un programme de course avec des exercices de renforcement tandis que le dernier effectue un programme de course et les exercices en utilisant une chaussette de compression. Le programme de course est divisé en 6 phases (le passage à la phase suivante est déterminé par la douleur à la course) et les exercices sont à réaliser 5 fois par semaine. Concernant la chaussette de compression, des mesures ont été prises sur les athlètes pour leur fournir la taille adaptée. Les participants doivent la porter lors de la marche et la course et peuvent la retirer uniquement s'ils sont assis ou allongés plus de 15 minutes. Cette étude mesure **la fonction** grâce au temps nécessaire pour terminer le programme de réhabilitation et la **perception du changement** grâce à l'échelle numérique.

### 6.3. Résultats des interventions

Cette partie montre les résultats des articles étudiés concernant la douleur et la fonction.

#### 6.3.1. Effets sur la douleur

Les résultats sur la douleur sont présentés dans le tableau ci-dessous. Seuls deux articles proposent des résultats concernant la douleur. L'un utilise l'échelle visuelle anatomique et l'autre l'échelle numérique pour évaluer l'intensité de la douleur. Ces deux échelles d'auto évaluation de la douleur de l'adulte sont validées par la HAS (48).

Tableau 6 : évaluation des effets sur la douleur

| Etude                           | Test utilisé | Résultats                                                                                                                                                                                  |
|---------------------------------|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Gomez Garcia et al, 2017</b> | EVA          | GC : 4.05 (0.408) $\xrightarrow{*}$ 1.47 (0.309)  *<br>GE : 3.78 (0.338) $\xrightarrow{*}$ 0.56 (0.206) |
| <b>Newman et al, 2017</b>       | EN           | GC : 5.5 (2.0) $\xrightarrow{\quad}$ 3.6 (1.7)  *<br>GE : 5.9 (2.4) $\xrightarrow{\quad}$ 5.3 (2.4)     |

\* Différence statistiquement significative (p –value <0.05)

Selon **Gomez Garcia et al**, l'intensité de la douleur a significativement diminué chez les deux groupes : l'EVA diminue de manière significative entre les données pré et post traitement chez le groupe contrôle (p-value : 0.000) et le groupe expérimental (p-value : 0.000). Le groupe contrôle diminue la douleur de 2.58 tandis que le groupe expérimental la diminue de 3.22 points. La différence moyenne entre les deux groupes est alors de 0.64 en faveur du groupe expérimental. Elle est aussi statistiquement significative puisque la p value est de 0.016. Dans cette étude, on a donc des résultats significatifs pour les comparaisons des moyennes en intra groupe et en intergroupe.

L'étude de **Newman et al** montre l'évolution de la douleur grâce à l'EN. Le groupe contrôle diminue la douleur de 1.9 points tandis que le groupe expérimental diminue la douleur de 0.6 points mais la diminution n'est pas statistiquement significative. En revanche, la comparaison des résultats intergroupe montre une différence significative en faveur du groupe contrôle. En effet, la différence moyenne est de 1.1 points, avec une p-value = 0.05. On peut en conclure que le groupe contrôle (qui reçoit une dose minimale d'ondes de choc) permet une meilleure amélioration des symptômes douloureux que le groupe expérimental (qui reçoit une dose standard d'ondes de choc).

### 6.3.2. Effets sur la fonctionnalité

Tableau 7 : évaluation des effets sur la fonctionnalité

| Etudes                                          | Outil de mesure                                           | Résultats (écart-type)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Johnston et al, 2006</b>                     | Temps nécessaire pour terminer le programme (jours)       | GC : 17,17 (16,5)<br>GE : 13.43 (4,5)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|                                                 | Nombre de sessions nécessaires pour terminer le programme | GC : 4,17 (2,8)<br>GE : 4 (1.3)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Moen et al, 2010</b>                         | Temps nécessaire pour terminer le programme (jours)       | GC : 57.9 (26.2)<br>GE : 58.8 (27.7)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|                                                 | Score SRAS (/100)                                         | GC : 74.3 (10.2)  * mesure post intervention (GC)<br>GE : 75.7 (21.3)  * mesure post intervention (GE)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Moen et al, 2012 (Shockwave treatment)</b>   | Temps nécessaire pour terminer le programme (jours)       | GC : 91.6 (43.0)  *<br>GE : 59.7 (25.8)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Moen et al, 2012 (treatment in athletes)</b> | Temps nécessaire pour terminer le programme (jours)       | GC : 105.2 (54.6)<br>GE (1) : 117.6 (64.2)<br>GE (2) : 102.1 (52.3)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Gomez Garcia et al, 2017</b>                 | Test de course en (min)                                   | GC : 0.62 (0.49)  4.48 (1.03)  *<br>GE : 0.96 (0.17)  17.3 (2.36)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Newman et al, 2017</b>                       | Distance limite de course (m)                             | GC : 864 (772)  1754 (1103)<br>GE : 471 (281)  659 (520)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>De la Fuente et al, 2019</b>                 | Force de l'impact (g)                                     | GC : 6.9  *<br>GE : 6.5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|                                                 | Fréquence de l'impact (Hz)                                | <div>De 0 à 5.8 Hz</div> <div>GC  NS</div> <div>GE </div> <div>De 5.8 à 40,5 Hz</div> <div>GC  *</div> <div>GE </div> <div>De 40,5 à 500 Hz :</div> <div>GC  NS</div> <div>GE </div> |

NS : Non significatif

\*Différence statistiquement significative (p&lt;0.05)

L'étude de **Johnston et al** montre l'évolution de la fonction au travers du nombre de jours nécessaires pour terminer le programme de course. Le groupe contrôle termine le programme avec une moyenne de jours de 17.17 (16.5) jours, tandis que le groupe expérimental met 13.43 (4.5) jours. La différence de résultats entre les deux groupes n'est pas significative car  $p=0.575$  ( $>0.05$ ). L'étude utilise un second moyen pour évaluer cette fonction : le nombre de sessions nécessaires pour courir 0,5 miles. Le groupe contrôle réalise cette

course avec une moyenne de nombre de séance égale à 4.17 (2.8) alors qu'il faut en moyenne 4 (1.3) séances pour groupe expérimental. Cette différence n'est toutefois pas significative car la p-value est égale à 0.889 ( $> 0.05$ ).

L'étude de **Moen et al, 2010** montre l'évolution de la fonction au travers du nombre de jours nécessaires pour terminer le programme de réhabilitation. Le groupe contrôle réalise ce programme en  $35.1 \pm 16.9$  jours, tandis que le groupe expérimental le termine en  $32.9 \pm 20.2$  jours. Malgré une différence moyenne de 2,2 jours, on ne peut pas conclure à une différence significative car la p-value est de 0.57 ( $> 0.05$ ). L'étude utilise également le score SARS pour montrer l'évolution de la fonction. A l'état initial les mesures ne sont pas différentes (p-value = 0.44) pour les deux groupes : le score du groupe contrôle est de  $74.3 \pm 10.2$  points et celui du groupe expérimental est de  $75.7 \pm 21.3$ . Les scores obtenus après intervention ne sont pas donnés par l'étude, en revanche la p-value est donnée : la différence entre les groupes n'est pas significative puisque la p-value est de 0.17 ( $> 0.05$ ). L'étude fournit également la p-value pour les comparaisons des moyennes intragroupe. La différence entre le score pré et post intervention pour le groupe expérimental permet, malgré l'absence de la mesure post intervention, de montrer une différence significative grâce à la p value de 0.02 ( $< 0.05$ ). C'est également le cas pour le groupe contrôle : la mesure du score post intervention n'est pas disponible mais le calcul de la p-value montre qu'elle est égale à 0.0004 : ce qui montre bien une différence significative entre le début et la fin du traitement.

L'étude de **Moen et al, 2012**, qui porte sur le traitement par ondes de choc, évalue la fonction par le nombre de jours nécessaires pour terminer le programme de course. Le groupe contrôle réalise ce programme en  $91.6 \pm 43$  jours tandis que le groupe expérimental le réalise en  $59.7 \pm 25.8$  jours : la différence des moyennes intragroupe est de 31.9 jours. Une p value = 0.008 nous confirme que la différence est statistiquement significative.

L'étude de **Moen et al, 2012** qui porte sur le traitement des athlètes, évalue la fonction grâce au nombre de jours nécessaires pour terminer un programme de course. Elle se fait sur trois groupes. Le groupe contrôle réalise ce programme avec une moyenne de  $105.2 \pm 54.6$  jours, le premier groupe expérimental en  $117.6 \pm 64.2$  jours, et le deuxième groupe expérimental en  $102.1 \pm 52.3$  jours. Malgré une différence avec le groupe contrôle de 12.4 jours pour le premier groupe expérimental et une autre de 3.1 jours pour le deuxième, les

résultats ne permettent pas de conclure à l'efficacité d'un traitement sur la fonction. En effet une p-value  $< 0.05$  nous confirme que les différences ne sont pas significatives.

L'étude de **Gomez Garcia et al** évalue l'évolution de la fonction grâce à un test de course en minutes. En pré intervention, la moyenne du temps de course est de  $0.62 \pm 0.49$  minutes pour le groupe contrôle, et de  $0.96 \pm 0.17$  pour le groupe expérimental. Après le traitement, le temps de course du groupe contrôle s'élève à  $4.48 \pm 1.03$ , et celui du groupe expérimental à  $17.3 \pm 2.36$  minutes. On note donc une différence moyenne intergroupe de 12.82 minutes. La p value étant égale à 0.000, cette différence est statistiquement significative L'étude ne réalise pas d'analyse intragroupe.

L'étude de **Newman et al** évalue la fonction par la distance que sont capables de courir les participants (en mètres). Avant l'intervention, la distance réalisée par le groupe contrôle est de  $864 \pm 772$  mètres tandis que celle réalisée par le groupe expérimental est de  $471 \pm 281$  mètres. A la fin de l'intervention, la moyenne de la distance réalisée par le groupe contrôle est de  $1754 \pm 1103$  et celle du groupe expérimental est de  $659 \pm 520$  mètres. La différence intergroupe à la fin du traitement est de -583 mètres. Cependant, on ne peut pas conclure à une significativité, car elle se situe dans un intervalle de confiance à 95% qui s'étend de (-1260 à 94) : étant donné qu'il croise le 0, l'efficacité n'est pas prouvable. Concernant la différence intragroupe : elle est de 797 mètres dans le groupe contrôle, alors qu'elle est de 213 mètres dans le groupe expérimental. L'étude ne propose pas d'analyse intragroupe isolée pour chaque groupe, mais une moyenne des deux : l'ensemble des participants à l'étude aura, en moyenne, amélioré sa distance de course de 505 mètres. Cette amélioration est significative, comme le montre la p-value  $< 0.01$ .

L'étude de **La Fuente et al** utilise l'évaluation de la force (en grammes) et la fréquence de l'impact (en Hertz) pour évaluer la fonction. Après l'intervention, la force de l'impact est évaluée à 6.9 grammes pour le groupe contrôle, tandis qu'il est de 6.5 pour le groupe expérimental : l'impact est plus faible de 4 grammes chez le groupe expérimental. Une p-value inférieure à 0.001 permet d'affirmer que cette différence est significative. La fréquence de l'impact est évaluée pour les deux groupes sur une étendue de 0 à 500 Hz. L'étude ne fournit pas les résultats sous forme de texte mais d'un spectre de fréquence. Les étoiles sur le schéma indiquent la présence d'une différence significative. C'est donc uniquement sur l'étendue de 5.8 à 40Hz que les résultats du groupe expérimental sont significativement inférieurs de ceux

du groupe expérimental. En effet, la p-value pour les mesures obtenues dans cet intervalle est  $<0.001$ .

## 7. Discussion

### 7.1. Interprétation des résultats

Avant de conclure sur l'efficacité clinique des résultats évoqués, il paraît important d'évaluer la taille d'effet et le changement minimal détectable relatifs à ces données. Pour prendre du recul sur l'efficacité, nous évaluerons le rapport bénéfice/risque du traitement, et le rapport coût/efficacité.

#### 7.1.1. Taille d'effet

La taille d'effet est un indicateur qui permet d'évaluer la pertinence clinique des résultats. Les études fournissent les différences intergroupes, mais cela ne nous permet pas de conclure à une réelle utilité clinique. Des outils, comme le delta de Cohen (49), nous permettent de mesurer cette taille d'effet. Il est ensuite possible de conclure sur l'effet thérapeutique du traitement. Les calculs regroupés dans les tableaux ci-dessous ont nécessité plusieurs formules. La formule du delta de Cohen (d) :

$$d = (\text{moyenne 1}) - (\text{moyenne 2}) / \text{déviations standard commune}$$

Il est nécessaire, pour calculer le delta de Cohen, de connaître la déviation standard commune dont la formule est la suivante :

$$\text{Déviations standard commune} = \sqrt{((SD1^2 + SD2^2)/2)}$$

*Tableau 8 : Taille d'effet des études évaluant la douleur*

| Etude                    | Outil de mesure | Déviations standard commune | Delta de Cohen |
|--------------------------|-----------------|-----------------------------|----------------|
| Gomez Garcia et al, 2017 | EVA             | 0.263                       | 3.46           |

|                           |    |      |             |
|---------------------------|----|------|-------------|
| <b>Newman et al, 2017</b> | EN | 2.08 | <b>0.81</b> |
|---------------------------|----|------|-------------|

*Tableau 9 : taille d'effet des études évaluant la fonction*

| Etude                                           | Outil de mesure                                            | Déviati on standard<br>commune | Delta de Cohen |
|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|--------------------------------|----------------|
| <b>Johnston et al</b>                           | Temps nécessaire à l'achèvement du programme               | 12.09                          | <b>0.31</b>    |
|                                                 | Nombre de sessions nécessaires à l'achèvement du programme | 2.18                           | <b>0.08</b>    |
| <b>Moen et al, 2010</b>                         | Temps nécessaire pour terminer le programme                | 26.96                          | <b>0.03</b>    |
|                                                 | Score SRAS (/100)                                          | 16.69                          | <b>0.08</b>    |
| <b>Moen et al, 2012 (Shockwave treatment)</b>   | Temps nécessaire pour terminer le programme                | 35.45                          | <b>0.89</b>    |
| <b>Moen et al, 2012 (Treatment in athletes)</b> | Temps nécessaire pour terminer le programme                | x                              | <b>x</b>       |
| <b>Gomez Garcia et al</b>                       | Test de course (min)                                       | 1.82                           | <b>7.04</b>    |
| <b>Newman et al</b>                             | Distance de course (m)                                     | 862.26                         | <b>1.26</b>    |
| <b>De La Fuente et al</b>                       | Force de l'impact (g)                                      | X                              | <b>X</b>       |
|                                                 | Fréquence de l'impact (Hz)                                 | X                              | <b>X</b>       |

X : l'étude ne communique pas la déviation standard, il n'est pas possible de calculer le delta de Cohen

Pour permettre une analyse optimale de ces données, il est nécessaire de comprendre que le score de Cohen. Son interprétation se fait à partir d'une table qui permet d'évaluer l'effet. D'après cette table (50), on considère approximativement qu'un score de 0.2 est faible, tandis qu'un score de 0.8 est fort. Les études présentées ci-dessous sont celles dont les résultats présentent une différence significative dans leurs résultats.

Concernant la douleur, l'étude de **Gomez Garcia et al** montre une différence statistiquement significative entre le groupe expérimental et le groupe contrôle. Le delta de Cohen est de 3.46, bien supérieur à 1 : cela montre une taille d'effet très forte d'après la table

de Cohen (49) Le traitement par ondes de choc dispensé dans cette étude est donc non seulement efficace mais aussi applicable cliniquement. L'administration d'une seule séance d'ondes de choc (associée à un programme d'exercice est efficace dans le traitement de la douleur. L'étude de **Newman et al** montre également une diminution significative de la douleur. Le delta de Cohen obtenu est de 0.81 : la taille d'effet est forte. Le traitement par dose minimale d'ondes de choc est également applicable cliniquement dans le traitement de la douleur.

En ce qui concerne la fonction, trois études ont montré une différence significative dans leurs traitements. L'étude de **Moen et al** sur le traitement par ondes de choc montre une diminution significative du temps nécessaire pour réaliser le traitement. Le delta de Cohen obtenu montre une taille d'effet forte : il est de 0.89. Le traitement est donc tout à fait transposable dans une situation clinique. L'étude de **Gomez Garcia et al** montre une augmentation significative du temps de course en fin de traitement. La taille d'effet est très forte ici : le delta de Cohen est égal à 7.04. On peut donc conclure que ce traitement est applicable cliniquement. La dernière étude à avoir présenté des résultats statistiquement significatifs est celle de **La Fuente et al**. Le calcul du delta de Cohen n'est pas possible ici car l'étude ne fournit pas les déviations standards nécessaires à son calcul. Cependant, la différence moyenne intergroupe nous donne déjà un indicateur de cette taille d'effet.

Le calcul du delta de Cohen nous permet ici d'évaluer la taille de l'effet des études sélectionnées. On note que pour toutes les études présentant des différences significatives dans leurs traitements, le delta de Cohen confirme ces informations par une taille d'effet allant de forte (0.81) à très forte (7.04). Au vu de ces résultats, nous pouvons dire que les traitements évoqués ci-dessus sont efficaces et présentent un intérêt clinique pour le traitement de la douleur et de la fonction dans le syndrome du stress tibial médial.

#### 7.1.2. Changement minimal détectable

Le changement minimal détectable (CMD) correspond au minimum de changement dans le score d'un patient qui assure que cette différence de score n'est pas le résultat d'une erreur de mesure. (51) Il se calcule grâce à la formule suivante :

$$\text{CMD} = \text{ESM} \times 1.96 \times \sqrt{2}$$

(Avec ESM : erreur standard de mesure)

Il est également possible, pour certains tests, d'obtenir directement le changement minimal détectable dans la littérature. D'après une revue de la littérature, ces données sont cependant très fluctuantes : le CMD peut varier de 0.4 à 4 points sur une échelle de la douleur en fonction de pathologies (52). Pour limiter ce biais, nous choisissons une étude qui évalue le CMD de l'échelle numérique dans ce qui nous apparaît comme le plus proche du stress tibial médial : la douleur chronique d'origine musculo squelettique. Cette étude évalue le changement minimal détectable à 2 points sur l'échelle numérique (53). Nous étendons cette notion à l'EVA, puisque les deux échelles sont considérées comme similaires (54). L'étude de **Gomez Garcia et al** montre une évolution de 2.31 points pour le groupe contrôle et de 3.22 points pour le groupe expérimental. Ils améliorent leur score sur l'EVA et atteignent tous les deux le seuil du CMD. Chez **Newman et al**, le groupe contrôle montre une évolution de 1.9 points alors que le groupe expérimental évolue de 0.6 points. Malgré l'évolution du groupe contrôle de 1.9 points, ce qui s'approche du seuil du CMD, aucun groupe ne l'atteint. Seulement une étude (Gomez Garcia et al), au regard du CMD, permet d'appuyer un effet clinique du traitement de la douleur dans le syndrome de stress tibial médial.

En ce qui concerne la fonction, les études utilisent toutes des moyens hétérogènes pour en mesurer l'évolution. La plupart présentent des évolutions de temps et de mètres, et pas des échelles qui disposent d'une valeur de CMD. On peut néanmoins le calculer manuellement lorsque les études fournissent les erreurs standard de mesure (ESM). Après vérification, aucune erreur standard de mesure n'est fournie dans les études concernées, nous ne pouvons donc pas conclure à un changement minimal détectable.

### 7.1.3. Rapport bénéfice risque

Le rapport bénéfice risque est un aspect essentiel dans l'évaluation d'un traitement. Il est important de prendre en compte, non seulement les bénéfices apportés par le traitement mais aussi les risques auxquels s'exposent les participants.

Aucun effet adverse n'est reporté dans les études. Plusieurs études utilisent les ondes de choc dans le traitement de la douleur ou de la fonction. On peut s'interroger sur cette pratique : présente-t-elle un risque ? D'après une étude (55), le traitement par ondes de choc entraîne chez beaucoup de patients une rougeur transitoire de la peau et, dans 10% des cas, des pétéchies, voire des hématomes sous-cutanés, particulièrement lors de traitement à haute énergie. C'est un traitement qui peut déclencher douleur et inconfort. Néanmoins, le traitement par ondes de choc sur la douleur a été significativement efficace. De plus, on sait qu'aucun participant n'a quitté les études pour des raisons de douleur. On peut donc dire que le bénéfice des ondes de choc est ici supérieur au risque.

#### 7.1.4. Rapport coût efficacité

Le rapport coût efficacité est un aspect qui doit absolument émerger lors de notre analyse. Quel est le coût de ces traitements ? Ce coût est-il à la hauteur des effets observés ? Les études réalisent généralement des programmes d'exercices et de course. Cela requiert l'utilisation de « petit matériel » (équipement de cabinet pour les exercices, orthèses universelles), sans coût particulier. Plusieurs études utilisent les tapis de course, pour les programmes de réhabilitation : c'est un outil onéreux mais présent dans la plupart des cabinets : son achat n'a pas forcément été nécessaire pour réaliser l'étude. Dans les études qui ont utilisé ce matériel, les résultats sont hétérogènes : certains sont efficaces, d'autres non. Cependant, au vu du faible coût du traitement, on considère que ce rapport est équilibré.

Plusieurs études utilisent les ondes de choc comme traitement du stress tibial médial. Il nécessite un appareil dont le prix dépasse aisément les dix mille euros. En plus de la machine onéreuse, il y a le temps qu'un spécialiste doit passer auprès du participant pour diriger les ondes de choc sur la zone douloureuse. Ce traitement a donc un coût financier et temporel non négligeable. Néanmoins, comme expliqué ci-dessus, le traitement par ondes de choc diminue significativement la douleur : on considère donc que malgré les coûts engendrés, ils sont acceptables car le traitement est efficace. Cependant, si l'on compare le traitement par ondes de choc à un traitement par massage transverse profond (MTP), les ondes de choc apparaissent comme supérieures. En effet, ce massage est utilisé pour augmenter la charge mécanique (56) de la zone concernée, tout comme les ondes de choc. Cependant la durée d'un massage transverse profond est en moyenne de 15 minutes (57) tandis qu'une séance

d'ondes de choc dure 5 à 10 minutes, ce qui permet un gain de temps. De plus, le MTP, qui doit être appuyé et rapide est contraignant pour le masseur kinésithérapeute qui doit solliciter sa main. Or, le risque d'affection musculo squelettiques est loin d'être anecdotique dans cette profession : en effet, plus de 90% sont touchés pendant leur pratique professionnelle, et 47.6% de ces atteintes concernent les pouces (particulièrement utilisés dans les MTP) (58). Le risque de TMS à réaliser un massage transverse profond est donc non négligeable. Les ondes de choc apparaissent donc une bien meilleure solution : elles permettent un gain de temps et une diminution des risques musculosquelettiques.

La Fuente et al, 2019, utilise un équipement développé pour réaliser son étude : un accéléromètre, une plateforme de pression et l'équipement nécessaire pour créer des semelles. Le coût financier de ces appareils et le coût temporel des examinateurs est conséquent. Cependant, ici aussi, ce traitement a porté ses fruits et s'est montré efficace. On peut donc dire que l'efficacité prime ici sur le coût. L'étude ne précise pas ici qui est en charge de la fabrication des semelles. On peut donc s'interroger sur les professionnels qui ont les ont réalisés. Selon le référentiel de compétence des pédicures-podologues (59), il semble plus cohérent que ce soit ces derniers qui réalisent les semelles. En effet, il stipule que le pédicure podologue puisse « concevoir, fabriquer et adapter les dispositifs médicaux podologiques externes au pied du patient, à son chaussage et à son chaussant ». L'application de semelles amortissantes dans le cas de stress tibial médial serait donc l'issue d'un travail pluridisciplinaire qui associerait masseur kinésithérapeute et pédicure podologue.

Quel que soit le coût nécessaire à la réalisation de ces études, l'efficacité y est supérieure.

## 7.2. Synthèse des résultats /réponse à la question de recherche

Le traitement du stress tibial médial est, d'après ce que nous avons observé, constitué d'exercices de renforcement musculaire, d'assouplissement, de marche, course à pied et d'ondes de choc. Deux axes ont été développés dans ce travail. D'abord le traitement de la douleur puis le traitement fonctionnel du stress tibial médial.

Les études concernant l'évolution de la douleur utilisent toutes les ondes de choc comme traitement. Elles concluent toutes à une efficacité significative. L'étude de **Gomez**

**Garcia et al, 2017**, affirme que le traitement par un programme de réhabilitation et des ondes de choc est efficace dans le traitement de la douleur. L'étude de **Newman et al, 2017** conclut que l'administration d'une dose minimale d'ondes de choc est donc plus efficace qu'une dose standard dans le traitement de la douleur. Le calcul de la taille d'effet nous permet d'envisager l'application clinique de ce traitement. Les modalités d'études ne sont pas les mêmes : l'une d'entre elle ne réalise qu'une seule séance d'ondes de choc (39), tandis que l'autre en réalise cinq (40). Dans cette dernière, il est montré que les ondes de choc à basse intensité sont plus efficaces. On peut expliquer ce phénomène : les ondes de choc sont connues pour avoir un effet stimulateur sur l'os (60). Or, cet effet stimulateur peut devenir destructeur si les ondes de choc sont appliquées avec une intensité trop forte (61). Ce phénomène justifie le fait qu'une seule séance ou plusieurs séances à faible intensité soient efficaces pour la diminution de la douleur.

Les études concernant le traitement fonctionnel n'ont pas de résultats aussi efficaces. Après analyse, les traitements qui améliorent la fonction sont ceux qui associent les ondes de choc à un programme de remise en charge progressive. Dans son étude, **Moen et al, 2012** conclut à l'efficacité d'un programme de course combiné à un traitement par onde de choc (46). L'étude de **Gomez Garcia et al, 2017** associe un programme d'exercice (assouplissement, renforcement et mobilité) avec une seule séance d'ondes de choc durant tout le temps du traitement (39), et conclut que ce traitement est efficace. Dans les deux cas, ce sont des programmes qui proposent une progression de l'effort. Ils commencent par des efforts légers qui ont ensuite une intensité croissante. C'est donc la remise en charge progressive associée aux ondes de choc qui permet une récupération fonctionnelle optimale. Dans leur étude, **Newman et al, 2017** concluent également que, quel que soit le groupe concerné, le traitement (ondes de choc à différentes intensités) permet une amélioration de la distance de course. Un autre traitement qui a prouvé son efficacité est l'apport de semelles avec amorti (41). En effet, **La Fuente et al, 2019** conclut que le port de chaussures avec amorti permet de diminuer la fréquence de l'impact pendant la course. Ce dispositif diminue la force générale de l'impact et la fréquence dans un intervalle précis de 5.8 à 40Hz. La course à pied est en effet un sport d'impact qui est très pourvoyeur de vibrations (62). Ce traitement prend donc tout son sens : il vient atténuer les vibrations qui sont normalement absorbées par les structures musculo-

squelettiques. Cela réduit la sollicitation de ces dernières (notamment le périoste), pour améliorer la fonction à la course.

Les autres études ne concluent pas à une efficacité : **Johnston et al, 2006**, déduit que son programme de renforcement n'est traitement efficace de la fonction. L'étude de **Moen et al, 2010** conclut que le port d'une orthèse n'est pas efficace pour améliorer la fonction. En revanche les deux groupes présentent une amélioration de la fonction, c'est donc le programme de réhabilitation commun qui est efficace dans le traitement fonctionnel. Une autre étude de **Moen et al, 2012**, affirme qu'aucun traitement, que ce soit le programme de course, les exercices de renforcement ou le port de chaussettes de compression, n'est plus efficace qu'un autre.

### 7.3. Les biais de la revue de littérature

La revue de littérature que nous avons menée présente différents biais qui peuvent nous amener à nuancer nos propos. La grille PRISMA (63), qui permet l'analyse des revues de littérature, nous permet de mettre en évidence les principales limites de notre étude. Elle comprend 7 sections qui permettent de localiser les limites du travail réalisé. Dans le cas présent, les biais se situent principalement dans les sections « méthode » et « résultats ».

#### 7.3.1. Les limites de la méthode

En premier lieu, il n'est pas précisé dans notre processus de recherche l'existence ou non de travaux en cours sur le traitement du stress tibial médial. Cependant, certains ont retenu notre attention : des études sur le traitement du stress tibial médial sont en cours. Elles sont inachevées, ce qui nous a empêchés de les inclure dans notre étude, mais la lecture des titres et des ébauches des travaux nous incite à les lire une fois terminés. Ils ont tous une approche différente du traitement : le rôle de l'acupuncture dans le traitement du stress tibial médial, l'effet de la diathermie par ondes courtes, l'effet d'exercices centrés sur la jambe, le rôle des orthèses et enfin le traitement général de la douleur dans le stress tibial médial. Ces cinq études en cours sont disponibles sur le site de la Cochrane. Nous ne pouvons bien sûr pas tirer de conclusion sur l'efficacité des traitements. Cependant, il semble important de

souligner que ces études en cours montrent un intérêt de la part des chercheurs pour le traitement du stress tibial médial. On peut donc espérer dans les années à venir une meilleure compréhension de la pathologie et de ses traitements.

D'autres études, dont les données complètes n'étaient pas accessibles, ont également attiré notre attention. Deux études de **Mc Namara et al** abordent des sujets intéressants : le traitement du stress tibial médial (64) et le traitement de la réduction de l'amplitude articulaire de cheville dans un contexte de stress tibial médial (65). Seuls les résumés des études sont disponibles : ils ne nous permettent pas de mener une analyse correcte des résultats. Cependant il nous paraît intéressant de citer les résultats de ces études. La première étude de Mc Namara propose un dispositif expérimental à porter sur la jambe pour améliorer l'amplitude de mouvement à la cheville. En effet, une amplitude de cheville limitée est un facteur de risque de stress tibial médial. Les résultats exposés sont statistiquement significatifs ( $p\text{-value}<0.001$ ) : le port du dispositif expérimental pendant une heure améliore significativement l'amplitude de mouvement de la cheville. La deuxième étude veut savoir si un dispositif expérimental à porter sur la jambe permettrait un allongement du soléaire. En effet, un facteur de risque du stress tibial médial est la traction des tissus et l'allongement musculaire viendrait le soulager. La comparaison des groupes au-delà de 5 semaines de traitement montre une différence statistiquement significative ( $p<0.03$ ) : le port de ce dispositif expérimental montre une diminution des symptômes du stress tibial médial après 5 semaines. Ces données, bien que non incluses dans notre travail initial, méritent qu'on les prenne en compte dans la mise en place d'un traitement.

Une limite méthodologique se rapporte aux bases de données utilisées : lors du processus de sélection des articles, nous n'en avons consulté que trois. On ne peut pas dire que ce soit exhaustif sur toutes les données en santé disponibles. Néanmoins, au vu du nombre de doublons obtenus, on peut considérer avoir fait un tour d'horizon des études.

Une autre limite de la méthode se situe au moment de la sélection de nos études : nous avons spécifié les caractéristiques nécessaires grâce à une équation PICO. Elle exigeait que les études soient des Essais Contrôlés Randomisés (ECR), ce qui présente un biais non négligeable : plusieurs études ont été écartées à cause de la façon dont elles ont été construites. Cependant, plusieurs de ces études avaient un score PEDro faible, ce qui aurait nui à la qualité de notre travail. Le fait d'avoir mis en place cette exigence permet donc de

garantir une meilleure qualité de notre revue. Cependant, il paraît pertinent d'exposer les résultats des études écartées pour nuancer ceux obtenus dans notre analyse. Une étude de **Kim et Park** (66) étudie l'effet du taping sur le navicular drop (ND), considéré comme un facteur de risque chez les patients atteints de MTSS. Elle conclut que l'utilisation d'un taping rigide peut être efficace pour la prévention et le traitement du MTSS. Dans une autre étude, **Sharma et al** (67) s'intéressent au réentraînement à la marche comme traitement préventif du stress tibial médial. Ils concluent que cette intervention réduit le risque relatif de développer un syndrome de stress tibial médial. Une étude de **Bonanno et al** (68) évalue l'effet des orthèses plantaires préfabriquées dans la prévention du MTSS. Elle conclut que ces orthèses peuvent avoir un bénéfice pour limiter l'incidence de son apparition lors d'un entraînement intensif. Dans une autre étude, **Loudon et al** (69) étudient l'effet des orthèses et des étirements du mollet dans l'allègement des symptômes du MTSS. La conclusion de cet article est que les hommes répondent plus facilement à ces traitements que les femmes. La dernière étude à citer est celle de **Brushoj et al** (70): les auteurs proposent un programme de prévention qui inclut des exercices de souplesse, de force et de coordination. Ils en concluent que ce programme ne diminue pas l'incidence de MTSS dans la population étudiée. Ces études, sans remettre en cause l'analyse réalisée dans ce travail, viennent la compléter et l'enrichir. Certaines appuient les résultats que nous avons extraits et d'autres ouvrent d'autres possibilités de traitement.

### 7.3.2. Limites liées aux études

Nous distinguons deux principaux biais liés aux études : les biais inhérents aux études et les biais transversaux.

Une limite de notre revue est évidente : nous avons analysé sept études. Or chaque étude est accompagnée de biais inhérents à sa méthodologie ou sa réalisation. C'est important de prendre en compte ces aspects pour nuancer l'effet de chacune d'entre elles. Le premier biais concerne le nombre de participants aux études. Pour six études, le nombre de participants s'étend de 15 à 42, et une seule étude en comporte 74 : ce sont des échantillons de petite taille qui présentent un biais important dans la généralisation des résultats à l'échelle de la population.

Dans quatre études, l'âge moyen des participants est environ de 20 ans. Dans les trois autres, il est de 30 ans en moyenne. C'est donc une tranche d'âge limitée et peu représentative de la population globale. Cependant, le stress tibial médial étant une affection plus fréquente chez les jeunes actifs, on peut considérer que les participants sont représentatifs de la population étudiée.

En ce qui concerne les biais transversaux, ce sont ceux que nous intégrons nous même en réalisant l'étude. Nous nous efforçons de les exposer au mieux dans la partie qui suit.

Nous comparons des interventions dont la durée diffère beaucoup selon les études : de 4 à 10 semaines pour la majorité. D'autres n'ont pas de durée définie puisque c'est la durée du traitement qui est le moyen d'évaluer ses effets. La fréquence des séances dans ces protocoles peut également varier : certaines études proposent cinq séances par semaine quand d'autres en proposent trois. La durée de chaque séance est également différente selon les études. La construction de l'intervention diffère pour chaque étude.

De plus certains protocoles proposent un seul type de traitement (programme de course) tandis que d'autres en associent plusieurs (programme de sport + ondes de choc). Le contenu des interventions varie donc en fonction des études. C'est d'autant plus vrai que certaines proposent des traitements complètement passifs (ondes de choc) et d'autres des traitements complètement actifs (programme de course uniquement).

Les moyens de mesure sont hétéroclites selon les études. La douleur est mesurée deux échelles différentes : l'EN et l'EVA. Bien que différentes, elles sont considérées comme comparables (54) dans leur interprétation. La fonction, elle, est mesurée par des moyens propres à chaque étude : le temps nécessaire pour terminer un programme de course, la distance de course sans douleur en mètres, la mesure de la force de l'impact à la course, « running test » et temps de course sans douleur en minutes. Ce sont tous des moyens différents pour montrer l'évolution de la fonction. Cependant on y retrouve la course à pied comme indicateur principal à chaque fois.

Une dernière limite concerne le nombre d'études : si nous avons analysé sept études pour évaluer la fonction, seulement deux d'entre elles permettent d'évaluer la douleur. Même si les deux interventions diminuent significativement la douleur, il est essentiel de reconnaître que le poids de l'analyse de deux études n'est pas aussi conséquent que sept d'entre elles.

#### 7.4. Analyse complémentaire

L'analyse des résultats des ECR est une compare les données entre un groupe contrôle et un groupe expérimental. Ce sont ces données que nous avons analysé. Cependant, au fur et à mesure de l'analyse, des différences statistiquement significatives en intra groupe sont apparues. Bien que ce ne soit pas la question initiale, cela prouve que même le groupe contrôle, sans avoir reçu d'intervention aura amélioré la douleur ou la fonction. Dans l'étude de **Gomez Garcia et al**, on observe une amélioration significative de la douleur en intra groupe pour le groupe expérimental et le groupe contrôle. Cela montre que l'intervention (ondes de choc) a été efficace. Mais le groupe contrôle, avec un programme d'exercice seulement, a diminué sa douleur. On peut donc conclure à une efficacité du programme de réhabilitation indépendamment de l'efficacité des ondes de choc. Le traitement est d'autant plus efficace lorsque le programme est associé aux ondes de choc mais, dans le cas où on ne pourrait pas disposer d'ondes de choc, le programme de réhabilitation permet une diminution de la douleur. On trouve une autre différence intragroupe dans l'étude de **Moen et al** : le score SRAS s'améliore significativement dans le groupe contrôle comme dans le groupe intervention. On peut donc dire que, indépendamment du port d'une orthèse, le programme de réhabilitation réalisé par les deux groupes permet une amélioration de l'activité fonctionnelle.

Lors de l'élaboration de notre équation de recherche avec le modèle PICO, nous avons choisi d'évaluer les effets des interventions sur la douleur et la fonction dans le syndrome de stress tibial médial. Au fur et à mesure de l'analyse, une autre notion a émergé : beaucoup d'études évaluent l'auto perception et la satisfaction des patients vis-à-vis du traitement. C'est un aspect intéressant : la mesure de la douleur et de la fonctionnalité se fait de manière objective et quantitative. La mesure de la satisfaction est subjective et propre au patient. Or le stress tibial médial est une pathologie qui peut aisément devenir chronique et handicapante et les affections chroniques ont facilement un effet sur la santé mentale des patients (71). Une meilleure façon d'évaluer cette notion est d'obtenir un point de vue subjectif du patient, et le questionnaire d'auto-perception en est un bon moyen.

#### 8. Conclusion

Après avoir mené ce travail, nous pouvons en tirer plusieurs conclusions. Les études ont montré l'efficacité du traitement par ondes de choc, lorsqu'il est dispensé à faibles dose

dans le traitement de la douleur. En ce qui concerne le traitement de la fonction, plusieurs études ont fait leurs preuves : le port de semelles amortissantes et le traitement par ondes de choc ont prouvé leur efficacité sur la récupération de la fonction. Après une analyse de la taille d'effet, on peut dire que ces traitements sont non seulement efficaces mais aussi applicables à une échelle clinique. Le rapport coût efficacité penche en faveur des traitements étudiés : un traitement par ondes de choc sera plus avantageux qu'un massage transverse profond. Pour un effet similaire, il permettra un gain de temps et une diminution des risques. Le port de semelles amortissantes est également un traitement efficace qui peut ouvrir sur un travail pluridisciplinaire en partenariat avec des pédicures podologues. Le rapport bénéfice risque penche également en faveur du bénéfice : les traitements de réhabilitation ne présentent que de faibles risques de blessures (peu d'impact), et le traitement par ondes de choc présente un bénéfice supérieur au risque également.

Certains programmes de réhabilitation ont également prouvé leur efficacité dans l'amélioration de la douleur ou de la fonction.

Certains points nous semblent importants à signifier. Après avoir évalué les bénéfices et les risques du traitement par ondes de choc, nous en avons conclu qu'il est plus avantageux qu'un MTP pour des effets similaires. Cela nous emmène à nous questionner sur l'utilisation du matériel dans la pratique kinésithérapique et les bénéfices qui peuvent en découler.

Un autre aspect attire notre attention : au vu des traitements ayant prouvé leur efficacité, c'est la remise en charge progressive et les ondes de choc qui permettent une récupération et un traitement du syndrome de stress tibial médial. Ce sont aussi les traitements recommandés dans le traitement des tendinopathies. Ces deux pathologies sont similaires par leur position : ce sont toutes deux des enthésopathies. Cependant l'atteinte se situe sur le tendon pour l'une et sur le périoste pour l'autre. Le traitement d'une tendinopathie est-il complètement transposable à une périostite ?





# Bibliographie

---

1. LEFEVRE B, THIERY P. Activités physiques et sportives pratiquées en France en 2011. Ministère des sports; 2011.
2. Craig DI. Medial Tibial Stress Syndrome: Evidence-Based Prevention. J Athl Train. mai 2008;43(3):316-8.
3. Craig DI. Current Developments Concerning Medial Tibial Stress Syndrome.pdf. Phys Sportsmed. déc 2009;37(4).
4. Pinney S, Shaheed N. MEDIAL TIBIAL STRESS SYNDROME. In: MEDIAL TIBIAL STRESS SYNDROME. 2009. p. 115-7.
5. Brown AA. Medial Tibial Stress Syndrom : Muscles Located at the Site of Pain. Scientifica. 2016;4.
6. Saxena A, O'Brien T, Bunce D. Anatomic dissection of the tibialis posterior muscle and its correlation to medial tibial stress syndrome. J Foot Surg. nov 1989;
7. Université Catholique de Lille. Anatomie du membre inférieur [Internet]. Faculté de médecine et de maïeutique; [cité 5 nov 2020]. Disponible sur: <http://anatomie.univ-catholille.fr/wp-content/uploads/2017/01/Membre-inf-2.0.pdf>
8. Drake R, Vogl W, Mitchell A. Gray's Anatomie. 3ème édition. Elsevier Masson;
9. Jolivet F. La périostite tibiale. Kinésithérapie Sci. (534):41-3.
10. Yiou R. OS ET ARTICULATIONS DU PIED [Internet]. Disponible sur: [urologie-fonctionnelle.com](http://urologie-fonctionnelle.com)
11. Rastelo O. Articulation sub-talaire. Vidéo 3D Lyon; 2015.
12. Hatesse G. LE PIED, CAPTEUR POSTURAL ESSENTIEL. 2005;19.
13. Willems TM, Witvrouw E, De Cock A, De Clercq D. Gait-Related Risk Factors for Exercise-Related Lower-Leg Pain during Shod Running. Med Sci Sports Exerc. févr 2007;39(2):330-9.
14. Yates B, White S. The Incidence and Risk Factors in the Development of Medial Tibial Stress Syndrome among Naval Recruits. Am J Sports Med. avr 2004;32(3):772-80.
15. Winkelmann ZK, Anderson D, Games KE, Eberman LE. Risk Factors for Medial Tibial Stress Syndrome in Active Individuals: An Evidence-Based Review. J Athl Train. déc 2016;51(12):1049-52.
16. Reinking MF, Austin TM, Richter RR, Krieger MM. Medial Tibial Stress Syndrome in Active Individuals: A Systematic Review and Meta-analysis of Risk Factors. Sports Health. juin 2017;9(3):252-61.

17. Jolivet F. La périostite tibiale. *Kinésithérapie Rev.* juill 2012;(534):41-3.
18. Hicks JH. THE MECHANICS OF THE FOOT. II the plantar aponeurosis and the arch. *J Anat.* 1954;7.
19. Moore MP. Shin splints: Diagnosis, management, prevention. *Postgrad Med.* janv 1988;83(1):199-210.
20. Edwards PH, Wright ML, Hartman JF. A Practical Approach for the Differential Diagnosis of Chronic Leg Pain in the Athlete. *Am J Sports Med.* 2005;33(8):9.
21. Pegrum J, Dixit V, Padhiar N, Nugent I. The Pathophysiology, Diagnosis, and Management of Foot Stress Fractures. *Phys Sportsmed.* nov 2014;42(4):87-99.
22. Giandolini M. Impact et contraintes musculotendineuses en course à pied : effets de la chaussure et de la technique de pose de pied. *Kinésithérapie Sci.* 2014;560:15-9.
23. Delafontaine A. *Locomotion humaine : marche, course.* Elsevier Masson; 2018.
24. Delafontaine A. *Forces verticales de réaction au sol en fonction du type d'attaque.* 2018.
25. Larson P. Runblogger [Site web]; 2020. Disponible sur: <http://www.runblogger.com/2011/02/vertical-impact-loading-rate-in-running.html>
26. Lieberman DE, Venkadesan M, Werbel WA, Daoud AI, D'Andrea S, Davis IS, et al. Foot strike patterns and collision forces in habitually barefoot versus shod runners. *Nature.* janv 2010;463(7280):531-5.
27. Altman AR, Davis IS. Barefoot Running: Biomechanics and Implications for Running Injuries. 2012;11(5):7.
28. Giandolini M. Gestion de l'impact et de la fatigue neuromusculaire en trail running [Internet] [Physiologie]. [Saint Etienne]: Université Jean Monnet; 2015. Disponible sur: 2015STET009T
29. Cavanagh P, Williams K. The effect of stride length variation on oxygen uptake during distance running. *Med Sci Sport Exerc.* 1982;14(1):30-5.
30. La clinique du coureur. Qu'est-ce que l'indice minimaliste ? [Internet]. La Clinique Du Coureur. [cité 30 sept 2020]. Disponible sur: <https://lacliniqueducoureur.com/indice-minimaliste/>
31. Esculier, Dubois, Dionne, Roy. *Instruction sur la cotation des chaussures de course avec l'indice minimaliste.* 2014.
32. Perl DP, Daoud AI, Lieberman DE. Effects of Footwear and Strike Type on Running Economy. *Med Sci Sports Exerc.* juill 2012;44(7):1335-43.
33. Kirtley. *Activation temporelle des muscles des membres inférieurs lors de la marche normale.* 2006.

34. Novacheck TF. The biomechanics of running. *Gait Posture*. 1998;19.
35. Bandeau tibia compression souple 300 tarmak X decathlon | AliExpress [Internet]. [cité 20 avr 2021]. Disponible sur: <https://fr.aliexpress.com/i/1005001498645949.html>
36. Chanussot J-C. PÉRIOSTITES TIBIALES. 2007;2.
37. Malanga GA, Yan N, Stark J. Mechanisms and efficacy of heat and cold therapies for musculoskeletal injury. *Postgrad Med*. 2 janv 2015;127(1):57-65.
38. Brosseau L, Laroche C, Sutton A, Guitard P, King J, Poitras S, et al. Une version franco-canadienne de la Physiotherapy Evidence Database (PEDro) Scale : L'Échelle PEDro. *Physiother Can*. août 2015;67(3):232-9.
39. Gomez Garcia S, Ramon Rona S, Gomez Tinoco MC, Benet Rodriguez M, Chaustre Ruiz DM, Cardenas Letrado FP, et al. Shockwave treatment for medial tibial stress syndrome in military cadets: A single-blind randomized controlled trial. *Int J Surg*. oct 2017;46:102-9.
40. Newman P, Waddington G, Adams R. Shockwave treatment for medial tibial stress syndrome: A randomized double blind sham-controlled pilot trial. *J Sci Med Sport*. mars 2017;20(3):220-4.
41. De la Fuente C, Henriquez H, Andrade DC, Yañez A. Running Footwear with Custom Insoles for Pressure Distribution Are Appropriate to Diminish Impacts After Shin Splints. *Asian J Sports Med* [Internet]. 12 juin 2019 [cité 8 mars 2021];10(3). Disponible sur: <https://sites.kowsarpub.com/asjsm/articles/82461.html>
42. Johnston E, Flynn T, Bean M, Breton M, Scherer M, Dreitzler G, et al. A Randomized Controlled Trial of a Leg Orthosis versus Traditional Treatment for Soldiers with Shin Splints: A Pilot Study. *Mil Med*. janv 2006;171(1):40-4.
43. Conversion de Milles en Kilomètres [Internet]. [cité 11 avr 2021]. Disponible sur: <https://www.metric-conversions.org/fr/longueur/milles-en-kilometres.htm>
44. Jaeschke R, Singer J, Guyat G. Global Rating of Change Scale. *Control Clin Trials* 1989: 407-15; 1989.
45. Moen MH, Bongers T, Bakker E, Weir A, Zimmermann W, van der Werve M, et al. The Additional Value of a Pneumatic Leg Brace in the Treatment of Recruits with Medial Tibial Stress Syndrome; a Randomized Study. *J R Army Med Corps*. 1 déc 2010;156(4):236-40.
46. Moen MH, Rayer S, Schipper M, Schmikli S, Weir A, Tol JL, et al. Shockwave treatment for medial tibial stress syndrome in athletes; a prospective controlled study. *Br J Sports Med*. mars 2012;46(4):253-7.
47. Moen MH, Holtslag L, Bakker E, Barten C, Weir A, Tol JL, et al. The treatment of medial tibial stress syndrome in athletes; a randomized clinical trial. *Sports Med Arthrosc Rehabil Ther Technol*. déc 2012;4(1):12.

48. HAS, Direction de l'Amélioration de la Qualité et de la Sécurité des Soins, Service Évaluation et Outils pour la Qualité et la Sécurité des Soins. Liste des échelles acceptées pour mesurer la douleur. HAS; 2019.
49. Fritz CO, Morris PE, Richler JJ. Effect Size Estimates: Current Use, Calculations, and Interpretation. :18.
50. Cohen J. Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences. Routledge Academic. New York; 1988.
51. Piette P. Métrologie appliquée à la kinésithérapie : mesures, tests et bilans, concepts fondamentaux. 2016;16.
52. Ruysen-Witrand A, Tubach F, Ravaud P. Systematic review reveals heterogeneity in definition of a clinically relevant difference in pain. J Clin Epidemiol. mai 2011;64(5):463-70.
53. Salaffi F, Stancati A, Silvestri CA, Ciapetti A, Grassi W. Minimal clinically important changes in chronic musculoskeletal pain intensity measured on a numerical rating scale. Eur J Pain. août 2004;8(4):283-91.
54. Hjerstad MJ, Fayers PM, Haugen DF, Caraceni A, Hanks GW, Loge JH, et al. Studies Comparing Numerical Rating Scales, Verbal Rating Scales, and Visual Analogue Scales for Assessment of Pain Intensity in Adults: A Systematic Literature Review. J Pain Symptom Manage. juin 2011;41(6):1073-93.
55. Ogden JA, Alvarez RG, Levitt R, Marlow M. Shock Wave Therapy (Orthotripsy) in Musculoskeletal Disorders: Clin Orthop. juin 2001;387:22-40.
56. Joseph MF, Taft K, Moskwa M, Denegar CR. Deep Friction Massage to Treat Tendinopathy: A Systematic Review of a Classic Treatment in the Face of a New Paradigm of Understanding. J Sport Rehabil. nov 2012;21(4):343-53.
57. Kahn MF, Bardin T, Meyer O, Orcel P, Lioté F. L'actualité rhumatologique 2008. Elsevier Masson; 2008. 496 p.
58. Vieira ER, Schneider P, Guidera C, Gadotti IC, Brunt D. Work-related musculoskeletal disorders among physical therapists: A systematic review. J Back Musculoskelet Rehabil. 10 août 2016;29(3):417-28.
59. Ministère de la Santé. Arrêté du 19 mai 2016 modifiant l'arrêté du 5 juillet 2012 relatif au diplôme d'État de pédicure-podologue. JORF n° 0119 du 24 mai 2016; 2012.
60. Rompe JD, Rosendahl T, Schöllner C, Theis C. High-Energy Extracorporeal Shock Wave Treatment of Nonunions. Clin Orthop. 2001;(387):10.
61. Sukul, Johannes, Pierick, Van Eijck, Kristelijan. The effect of high energy shock waves focused on cortical bone an in vitro study. J Surg Res. 1993;(54):64-51.

62. Mercer JA, Devita P, Derrick TR, Bates BT. Individual Effects of Stride Length and Frequency on Shock Attenuation during Running. :7.
63. Gedda M. Traduction française des lignes directrices PRISMA pour l'écriture et la lecture des revues systématiques et des méta-analyses. *Kinésithérapie Rev.* janv 2015;15(157):39-44.
64. McNamara W, Longworth T, Sunwoo J, Rizvi T, Knee C, Lam P, et al. Treatment of medial tibial stress syndrome using an investigational lower leg device. A randomised controlled trial. *J Sci Med Sport.* oct 2019;22:S19.
65. McNamara W, Sunwoo J, Ho G, Lindsay B, Miller R, Cole B. Treatment of Reduced Ankle Range of Motion in Medial Tibial Stress Syndrome using an Investigational Lower Leg Device. *J Sci Med Sport.* oct 2019;22:S95.
66. Kim T, Park J-C. Short-term effects of sports taping on navicular height, navicular drop and peak plantar pressure in healthy elite athletes: A within-subject comparison. *Medicine (Baltimore).* nov 2017;96(46):e8714.
67. Sharma J, Weston M, Batterham AM, Spears IR. Gait Retraining and Incidence of Medial Tibial Stress Syndrome in Army Recruits. *Med Sci Sports Exerc.* sept 2014;46(9):1684-92.
68. Bonanno DR, Murley GS, Munteanu SE, Landorf KB, Menz HB. Effectiveness of foot orthoses for the prevention of lower limb overuse injuries in naval recruits: a randomised controlled trial. *Br J Sports Med.* 2017;52(5):298-302.
69. Loudon JK, Dolphino MR. Use of Foot Orthoses and Calf Stretching for Individuals With Medial Tibial Stress Syndrome. *Foot Ankle Spec.* févr 2010;3(1):15-20.
70. Brushøj C, Larsen K, Albrecht-Beste E, Nielsen MB, Løye F, Hölmich P. Prevention of Overuse Injuries by a Concurrent Exercise Program in Subjects Exposed to an Increase in Training Load: A Randomized Controlled Trial of 1020 Army Recruits. *Am J Sports Med.* avr 2008;36(4):663-70.
71. Kohrt BA, Griffith JL, Patel V. Chronic pain and mental health: integrated solutions for global problems. *Pain.* sept 2018;159(1):S85-90.

## Table des annexes

---

|                                                                                                             |          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| <b>Annexe 1 : Traduction française de l'échelle PEDro.....</b>                                              | <b>2</b> |
| <b>Annexe 2 : Evaluation de la qualité méthodologique des essais cliniques grâce à l'échelle PEDro.....</b> | <b>3</b> |

## Annexe 1 : Traduction française de l'échelle PEDro

---

### Échelle PEDro – Français

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

## Annexe 2 : Evaluation de la qualité méthodologique des essais cliniques grâce à l'échelle PEDro

| Essai clinique                                 | Randomisation | Assignation secrète | Similarité des groupes | Sujets « en aveugle » | Thérapeutes « en aveugle » | Examineurs « en aveugle » | Suivi | Intention de traiter | Comparaison intergroupe | Effets et variabilité | Score |
|------------------------------------------------|---------------|---------------------|------------------------|-----------------------|----------------------------|---------------------------|-------|----------------------|-------------------------|-----------------------|-------|
| <i>De la Fuente et al, 2019</i>                | ✓             | x                   | ✓                      | x                     | x                          | x                         | ✓     | ✓                    | ✓                       | ✓                     | 6/10  |
| <i>Newman et al, 2016</i>                      | ✓             | x                   | ✓                      | ✓                     | ✓                          | ✓                         | ✓     | ✓                    | ✓                       | ✓                     | 9/10  |
| <i>Gomez Garcia et al, 2017</i>                | ✓             | ✓                   | ✓                      | x                     | x                          | ✓                         | ✓     | x                    | ✓                       | ✓                     | 7/10  |
| <i>Kim et Park, 2017</i>                       | ✓             | x                   | x                      | x                     | x                          | x                         | ✓     | ✓                    | ✓                       | ✓                     | 4/10  |
| <i>Griebert et al, 2016</i>                    | *             | *                   | *                      | *                     | *                          | *                         | *     | *                    | ✓                       | ✓                     | 2/10  |
| <i>Kachanath et al, 2018</i>                   | ✓             | *                   | *                      | *                     | *                          | *                         | *     | *                    | ✓                       | ✓                     | 3/10  |
| <i>Bonnano et al, 2017</i>                     | ✓             | x                   | ✓                      | ✓                     | x                          | ✓                         | x     | ✓                    | ✓                       | ✓                     | 7/10  |
| <i>Moen et al, 2012</i>                        | x             | x                   | x                      | x                     | x                          | x                         | ✓     | ✓                    | ✓                       | ✓                     | 4/10  |
| <i>Sharma et al, 2014</i>                      | ✓             | ✓                   | x                      | x                     | x                          | ✓                         | x     | x                    | ✓                       | x                     | 4/10  |
| <i>Moen et al, 2010</i>                        | ✓             | ✓                   | ✓                      | ✓                     | x                          | ✓                         | ✓     | ✓                    | ✓                       | ✓                     | 9/10  |
| <i>Loudon et al, 2010</i>                      | x             | x                   | x                      | x                     | x                          | x                         | ✓     | ✓                    | ✓                       | ✓                     | 4/10  |
| <i>Gan et al, 2014</i>                         | ✓             | x                   | x                      | ✓                     | x                          | ✓                         | ✓     | ✓                    | ✓                       | x                     | 6/10  |
| <i>Bonnano et al, 2018</i>                     | ✓             | x                   | x                      | ✓                     | x                          | ✓                         | ✓     | ✓                    | ✓                       | ✓                     | 7/10  |
| <i>Brushoj et al, 2008</i>                     | ✓             | x                   | x                      | ✓                     | x                          | ✓                         | ✓     | x                    | ✓                       | ✓                     | 6/10  |
| <i>Johnston et al, 2006</i>                    | ✓             | x                   | ✓                      | x                     | x                          | x                         | x     | x                    | ✓                       | ✓                     | 4/10  |
| <i>Moen et al 2012 (treatment in athletes)</i> | ✓             | ✓                   | ✓                      | x                     | x                          | x                         | x     | ✓                    | ✓                       | ✓                     | 6/10  |