Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

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

Comparaison de la thérapie par ondes de choc extracorporelles par rapport aux protocoles d'étirements et de renforcement musculaire dans le cadre de la prise en charge antalgique de patients atteints de fasciite plantaire.

Antonin LUCAS

Mémoire UE28
Semestre 10

Année scolaire : 2022 – 2023

RÉGION PAYS DE LA LOIRE

Je, soussigné (e)

Antonin LUCAS, déclare être pleinement conscient(e) que le plagiat de documents ou d'une partie d'un document publiés sur toutes formes de support, y compris l'internet, constitue une violation des droits d'auteur ainsi qu'une fraude caractérisée. En conséquence, je m'engage à citer toutes les sources que j'ai utilisées pour écrire ce mémoire.

Fait à Saint Julien de Concelles

Le 20/04/2023

Signature :	

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 à présenter ma gratitude à mon directeur de mémoire, qui m'a guidé aidé et corrigé à travers la réalisation de ce mémoire. Merci beaucoup.

Je remercierai aussi tout particulièrement mon papa, ma maman, mon frère et ma sœur d'avoir été présent à mes côtés du début à la fin de ces 5 années où j'ai été plus ou moins facile à vivre.

Merci à mes relecteurs ! papa, maman, ma cousine sans vous le rendu n'aurait pas été le même.

Merci à M. pour toutes ces joies.

Pour finir, remerciements mesurés envers l'Olympique B.

RESUMÉ

Introduction : Aujourd'hui, la fasciite plantaire prend une place non négligeable au sein des affections touchant la population générale. Cette pathologie atteint le sportif, comme le non sportif. Une grande quantité de masseur-kinésithérapeutes est amenée à la rencontrer lors de son exercice. Cependant, le traitement de cette pathologie reste discuté à travers la littérature, entre méthodes actives, passives, ou encore instrumentales.

Objectif : Cette étude a pour objectif d'identifier la nécessité ou non d'investir dans du matériel afin de traiter cette pathologie. Ainsi seront comparés le bénéfice d'un traitement par ondes de choc extracorporelles et celui issu de protocole d'étirement ou de renforcement musculaire.

Méthode : Une revue de la littérature est effectuée sur les essais contrôlé randomisé abordant le sujet. L'analyse portera sur les scores de l'échelle visuelle analogique (EVA) de 320 patients ayant bénéficié de protocole d'étirement, de renforcement musculaire, ou de thérapie par ondes de choc.

Résultat : Aucune différence significative n'a été enregistrée entre des trois protocoles de soins. En revanche, on relève une plus grande disparité des résultats chez la population algique chronique.

Conclusion : Cette étude ne permet pas d'objectiver une supériorité du traitement par ondes de choc extracorporelles, et ne justifie donc pas l'achat de matériel indispensable à sa réalisation en première intention.

ABSTRACT

Introduction : Today, plantar fasciitis has become a significant problem in the general population. This pathology affects the sportsman, as well as the non-sportsman. A large number of physiotherapists are led to encounter it during their practice. However, the treatment of this pathology is still discussed in the literature, between active, passive or instrumental methods.

Objective : The objective of this study is to identify the necessity or not of investing in equipment to treat this pathology. The benefits of extracorporeal shock wave treatment will be compared with those of stretching or muscle strengthening protocols.

Method : A review of the literature was carried out on the randomized controlled trials dealing with the subject. The analysis will focus on the VAS scores of 320 patients who received stretching, muscle strengthening, or shock wave therapy.

Results : No significant differences were found between the three treatment protocols. On the other hand, there was a greater disparity of results in the chronic pain population.

Conclusion : This study does not show a superiority of extracorporeal shock wave therapy, and therefore does not justify the purchase of the necessary equipment for its implementation in the first instance.

Mots-clés
- Etirements
- Fasciite plantaire
- Ondes de choc extra corporelles
- Renforcement musculaire

Keywords
- Extracorporeal shock waves
- Plantar fasciitis
- Strengthening
- Stretching

GLOSSAIRE :

EVA : Echelle Visuelle Analogique

FP : fasciite plantaire

MK : masseur-kinésithérapeute

ODCe : ondes de choc extracorporelles

PE : protocole d'étirement

PR : protocole de renforcement

SOMMAIRE

1. Introduction 1

2. Cadre conceptuel 3

2.1. L'aponévrosite plantaire 3

2.2. Quelle est la place des étirements au sein des traitements 8

2.3. Quelle est la place du renforcement musculaire dans la prise en charge de la FP 11

2.4. Quelle place les ondes de choc extracorporelles prennent elle dans le traitement de la FP 13

3. Méthodologie 18

3.1 Analyse de la littérature 18

3.2. Diagramme de flux 21

3.3. Organisation et analyse des données obtenues 21

4. Résultats 22

4.1. Présentation générale des études 22

4.2. Etudes incluses 23

4.3. Analyse inter-groupe des résultats 31

5. Discussion 33

5.1. Rappel des résultats principaux 33

5.2. Confrontation des traitements 37

5.3. Limites 38

6. Perspectives en pratique clinique 42

7. Conclusion 43

Références Bibliographiques

Annexes I à VII

I à IX

Cet écrit utilise la norme Vancouver

1. Introduction

L'aponévrosite plantaire aussi appelé fasciite plantaire (FP), est une affection courante touchant un large spectre de patients, du sportif de haut niveau à la personne dont la profession lui impose de rester debout de façon prolongée. Celle-ci a un impact significatif sur la qualité de vie des personnes atteintes (1). Cette condition peut causer des douleurs au niveau du talon et/ou de la face plantaire du pied, ainsi qu'une perte de mobilité. Cela peut rendre difficile la marche, la station debout et le maintien d'une activité physique régulière (2). Les activités quotidiennes, professionnelles comme personnelles, notamment de loisirs, sont impactées par ces limitations. Ces restrictions de participations sociales peuvent avoir des conséquences sur le plan psychologique des patients, tel le développement d'anxiété, ou, à son paroxysme, de syndrome dépressif via la diminution de leur qualité de vie (3) (4).

Au cours de sa vie, 10% de la population générale sera confronté à une symptomatologie se rapportant à la FP (5). Elle est, chez les coureurs, l'une de pathologies les plus courantes, représentant 17,4% des blessures (2).

La prévalence de cette pathologie implique une prise en charge proportionnellement importante de cette dernière. Or, au sein des différents milieux d'exercices de la kinésithérapie, plusieurs types de prises en charge existent. En raison de moyens matériels différents, de formations ou de visions de la pratique kinésithérapique, les patients souffrant de cette pathologie reçoivent des traitements variés. Ces traitements n'apportent pas les mêmes bénéfices, aux termes des différentes prises en charge.

Cette observation a conduit à la réalisation d'une étude de la littérature, qui témoigne d'un arsenal thérapeutique et de moyens de rééducation très larges. Cela peut aller d'une prise en charge conventionnelle, à des indications chirurgicales. La prise en charge par le masseur-kinésithérapeute (MK) peut nécessiter un investissement financier du praticien. Par exemple, dans la thérapie par ondes de choc extracorporelles (ODCe). La prise en charge conventionnelle comprend 10 séances, à raison de 2 par semaine, liant l'utilisation de protocoles de renforcements (PR) ainsi que de protocoles d'étirements (PE) (6).

Alors que choisir, qui croire ? Doit-on rediriger nos patients vers des cabinets équipés pour une prise en charge par ondes de choc ? Est-il indispensable d'investir dans ce type de matériel pour prendre en charge cette pathologie ? Ce travail aura pour but de comparer deux prises en charge, dans leur action antalgique, de la FP. L'une plus conventionnelle, est celle où le patient est acteur de sa rééducation. Elle est composée d'exercices de renforcements musculaires, d'étirements, et ne nécessite pas d'investissement financier important de la part du MK. La

seconde sera plus passive du côté du patient, où il reçoit un traitement par ondes de choc extracorporelles.

Le critère d'intérêt choisi au cours de cette étude est la douleur. Il a été choisi d'après les expériences cliniques et les travaux de **Mac Poil et al**, décrivant ce symptôme comme le plus invalidant de la FP (5). Nous utiliserons une méthode de revue de la littérature respectant les lignes directrices PRISMA, afin de comprendre les tenants et aboutissants de chacune des méthodes. Cela nous permettra d'évaluer les résultats de chacune, afin d'identifier celle la plus à même de prendre place au sein de nos pratiques futures. Le but est de déterminer si un cabinet de kinésithérapie doit investir entre 6 000 euros et 14 000 euros environ dans un appareil à ondes de chocs (7). Cette question prend toute son importance dans un contexte actuel où la revalorisation de nos actes n'est pas envisagée. Le MK ne peut se permettre d'utiliser cette somme pour un outil de soins ne présentant pas de plus-value notable. L'hypothèse initiale est que le traitement par ondes de choc extra-corporelles (ODCe) entraîne une diminution significativement supérieure à celle enregistrée à la suite d'un protocole d'étirements ou de renforcements. L'hypothèse alternative est une absence de différence cliniquement pertinente entre les traitements évalués. L'objectif est de déterminer l'intérêt d'une prise en charge par rapport à l'autre, en évaluant la réduction de la douleur perçue par le patient.

2. Cadre conceptuel

2.1. L'aponévrosite plantaire

2.1.1. Définition et physiopathologie

L'aponévrosite plantaire ou FP, est une pathologie de l'aponévrose. Cette dernière est une couche fibro-élastique de tissu conjonctif de soutien, dense et orienté, composé en majorité de collagène. Ces fibres sont orientées longitudinalement, dans le but de générer une force de traction, mais aussi obliquement afin d'amortir les chocs. De forme triangulaire, son insertion proximale s'intègre dans le complexe suro-achilléo-plantaire. C'est en fait le prolongement du fascia postérieur de la jambe (l'aponévrose achiléenne). On a donc une naissance de l'aponévrose en arrière du genou, qui se prolonge dans la jambe, se réfléchit sur le calcanéum pour ensuite finir sa course, en s'élargissant, au niveau de la base des phalanges proximales des orteils par l'intermédiaire de coussinet plantaire (8). Cette aponévrose est sur la face plantaire du pied, entre la couche musculaire la plus superficielle et le capiton graisseux, précédant la peau de nos pieds. Sa position implique un rôle important dans l'absorption des chocs, en répartissant la charge sur l'ensemble de la plante du pied. Ainsi, chaque articulation du pied participe à la gestion des forces de compression.

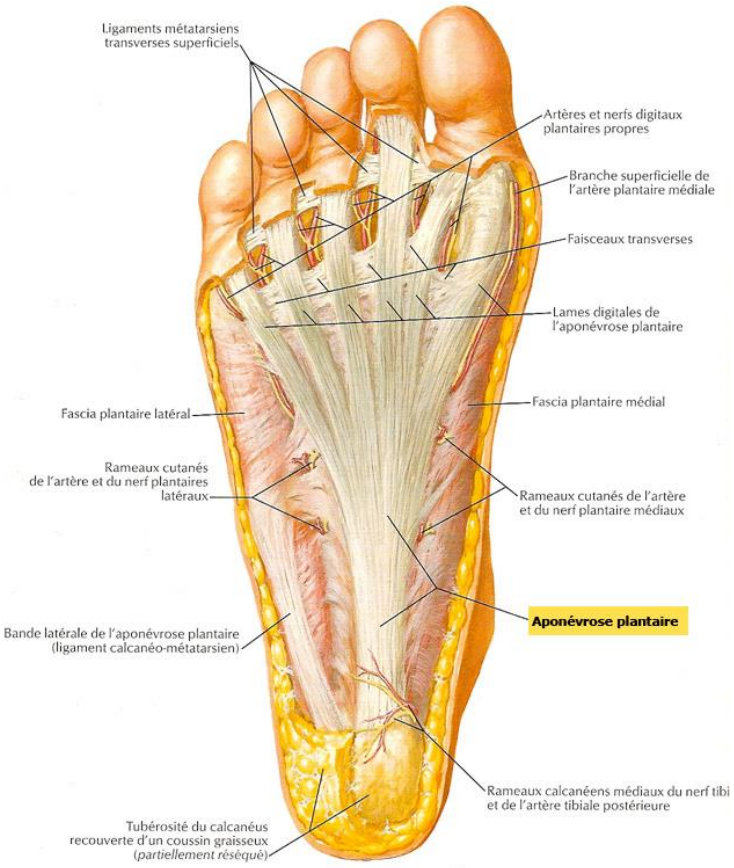

Figure 1. Anatomie de l'aponévrose plantaire vue de dessous.

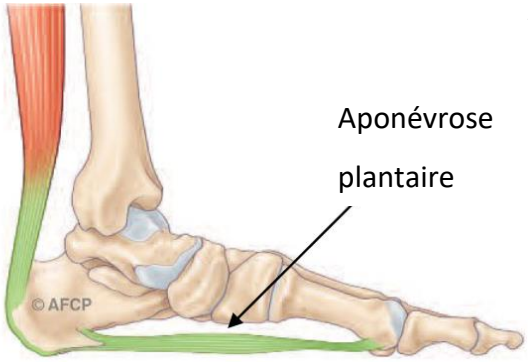

Figure 2. Vue médiale de l'aponévrose plantaire.

D'un point de vue biomécanique, l'aponévrose joue un rôle de tenseur, ainsi que de stabilisateur du pied. Lorsque le pied est au sol, et qu'il supporte la masse corporelle, l'aponévrose plantaire se tend et devient rigide du fait des propriétés tissulaires. Cela permet le maintien de l'arche plantaire et la stabilisation du pied. Lorsque les orteils sont en extension, ils tirent les coussinets plantaires, et donc l'aponévrose, vers l'avant autour des têtes des métatarsiens, tel un câble enroulé sur un treuil. La voûte plantaire s'élève du fait de la réduction de la distance entre les têtes métatarsiennes et le calcanéum. De ce fait, lors de la station debout où les orteils sont poussés en position d'extension, l'aponévroses plantaire vient soutenir l'arche du pied de façon purement mécanique. De plus, elle travaille en synergie avec les muscles intrinsèques du pied pour stabiliser la voûte plantaire et assurer un contrôle dynamique sensori-moteur du pied (9).
Enfin, son dernier rôle prend place dans la phase de propulsion du pied. L'énergie élastique stockée dans le tissu lors de la phase de mise en charge du pied, est libérée lors de la propulsion. On comprend donc ainsi que l'atteinte de cette structure puisse altérer le schéma de marche physiologique.
Même si l'étiologie reste encore méconnue, cette condition survient essentiellement lors de tractions anormales ou de chocs répétées inhabituels. De plus, une charge de stress mécanique anormalement élevée via une tension trop importante dans la loge superficielle postérieur de la jambe, entrainant un manque de dorsiflexion de cheville, provoque un excès de pronation au sein de l'articulation subtalaire lors de la phase d'appui à la marche. Cela peut être une des causes expliquant la souffrance de la zone en question (10). On recense au sein de la littérature plusieurs facteurs de risques en lien avec la notion précédente. Un indice de masse corporelle supérieur à 30 kg/m², des troubles posturaux du pied statiques (architecturaux, pied plat) et/ou dynamiques (flexion plantaire, hypotonie musculaire), ou encore la posture du genoux (11). Nous notons aussi des facteurs intrinsèques, tels que l'âge avec une incidence supérieure entre 40 et 60 ans, ainsi que le sexe féminin (12–14)

Les symptômes incluent généralement des douleurs sous le pied, souvent concentrées sur le côté médial du calcanéum. Ceci peut être expliqué par les insertions de cette structure, larges distalement, entrainant une meilleure répartition des contraintes qu'en proximal, où l'insertion est étroite. La douleur est souvent intense le matin lors des premiers pas (15). Les activités qui impliquent de longues périodes debout ou de marche peuvent déclencher ou aggraver les symptômes. Du côté des sportifs, une prévalence plus élevée sera observée au sein des activités requérant une importante flexion plantaire ainsi qu'une dorsiflexion maximale de l'articulation métatarso-phalangienne, comme la course à pied ou la danse (16).

Le suffixe -ite indique un syndrome inflammatoire dans cette pathologie. Cependant, l'étude histologique démontre une dégénérescence tissulaire avec des preuves de microtraumatismes et de déchirures chroniques et répétitives. Cela provoque une hyperplasie angiofibroblastique, une dégénérescence myxoïde (correspondant à une infiltration diffuse du tissu par du liquide synoviale donnant un aspect épaissit à l'imagerie) et une nécrose du collagène (17). On différencie ainsi une fasciite plantaire aigüe inflammatoire, et une fasciite plantaire chronique dégénérescente, plus courante.

2.1.2. Diagnostic

Le diagnostic d'aponévrosite plantaire est généralement basé sur la clinique, via les symptômes, l'examen physique et les antécédents médicaux de la personne. Le médecin ou le MK peut effectuer un examen physique pour détecter la douleur et la sensibilité à la pression présente très souvent sur le tubercule médial du calcanéum. Il peut également évaluer la capacité d'étirement des tissus en effectuant une flexion dorsale de la cheville, précédée d'une extension des 5 orteils. Une étude antérieure a souligné l'importance d'un examen régional chez les patients souffrant de lésions de surutilisation des membres inférieurs, en mettant en évidence le concept d'interdépendance régionale (18). Il existe aussi le test clinique de Windlass : un test orthopédique courant pour évaluer la FP, ayant une sensibilité de 32% et une spécificité de 100% (19).

Des examens complémentaires peuvent être réalisés pour écarter les diagnostics différentiels ou étayer le diagnostic. La radiographie du pied peut démontrer des troubles de la statique du pied, des calcifications des tissus mous, une exostose de la face plantaire du talon ou bien une fracture de fatigue calcanéenne. De plus, elle peut aussi dévoiler une épine calcanéenne, une adaptation osseuse à une situation de tension excessive sur l'insertion proximale du fascia plantaire. L'échographie, utilisée par des mains expérimentées, permet d'éliminer une bursite, un hématome, et surtout une rupture aponévrotique récente ou une désinsertion partielle de

l'aponévrose. Les imageries par résonnance magnétique (IRM) peuvent être réalisées pour évaluer l'état de l'aponévrose et éventuellement explorer d'autres structures du pied. Cette exploration permet de proposer, d'infirmer ou de confirmer un diagnostic, telles les déchirures, les fractures de stress ou les défauts ostéochondraux (20).

2.1.3. Diagnostics différentiels

Les diagnostics différentiels de la FP peuvent être classés en trois grandes catégories selon leur origine : neurologique, osseuse, ou d'une affection des tissus mous (21).

Les affections d'origine neurologique :

- Piégeage du nerf du muscle abducteur du cinquième orteil : douleur et sensation de brûlure dans la région plantaire médiale
- Neuropathies : diabète, éthylisme chronique, carences vitaminiques
- Syndrome du tunnel tarsien : sensation de brûlure dans la région plantaire médiale.

Les affections d'origine osseuse :

- Fracture du calcanéum : de fatigue ou traumatisme direct, impossibilité de prendre appui
- Apophysite calcanéenne (maladie de Sever) : jeune sportif, douleur calcanéenne postérieure
- Tumeur calcanéenne : douleur osseuse profonde
- Maladie systémique (polyarthrite rhumatoïde, syndrome de Reiter, psoriasis arthrosique) : douleurs articulaires multiples, douleurs bilatérales

Les affections des tissus mous :

- Tendinopathie d'Achille : douleur tendineuse à l'arrière du calcanéum
- Contusion du talon : chute directe sur le talon avec douleur osseuse ou adipeuse
- Rupture du fascia plantaire : douleur aigüe de la face plantaire du talon, avec ecchymose
- Tendinopathie du tibial postérieur : douleur autour de la malléole interne du pied
- Bursite rétro calcanéenne : douleur dans la région rétro-calcanéenne

2.1.4. Prise en charge

Le pronostic de la FP est la résolution des symptômes au bout de 1 an dans 80 à 90% des cas (22). Cela implique donc un parcours de soin pouvant être de longue durée, ainsi que la rencontre de différents professionnels. On distingue plusieurs corps de métiers médicaux ainsi que para médicaux au sein du traitement de la FP. Il faut savoir que pour chaque option choisie, le traitement peut être long du fait d'une pauvre vascularisation de l'aponévrose. Nous allons ici exposer une liste non-exhaustive des traitements proposés.

Au niveau des traitements médicaux, nous retrouverons :

- L'injection de corticostéroïdes : ils peuvent réduire l'inflammation via notamment la réduction de la prolifération des fibroblastes, eux-mêmes responsable de la synthèse de collagène causant l'épaississement du fascia (23).
- L'injection de « *Plated-Rich-Plasma* » : le plasma injecté amène des plaquettes supplémentaires pouvant augmenter les facteurs de croissance au niveau du site de la blessure et améliorer le processus de guérison (24).
- Chirurgie, en dernier recours, plusieurs types :
  - L'ablation de l'aponévrose : cette procédure consiste à retirer une partie de l'aponévrose inflammée pour soulager la douleur et améliorer la flexibilité, la force des muscles et des tendons.
  - La résection de l'aponévrose : cette procédure consiste à retirer une partie plus importante de l'aponévrose inflammée pour soulager la douleur et améliorer la flexibilité et la force des muscles et des tendons.
  - La greffe de tendon : cette procédure consiste à remplacer une partie de l'aponévrose endommagée par un tendon sain prélevé ailleurs pour restaurer la fonction de l'arche plantaire.

Ensuite, au niveau paramédical, les pédicures-podologues proposent un traitement mécanique via des semelles orthopédiques ayant un effet bénéfique sur la fonction du pied ainsi que sur le ressenti douloureux des patients (25). Pour continuer sur ce niveau, différents traitements sont présentés par les MK :

- Les ondes de choc extracorporelles : leur but est d'effectuer une hyperstimulation de la zone douloureuse afin d'obtenir une anesthésie post-soin, ainsi que de stimuler la néovascularisation, afin d'accroitre la vitesse de cicatrisation. Enfin, elles stimulent aussi la synthèse de collagène au sein des tissus dégénératifs (26).
- Les étirements (27)

- Le renforcement musculaire spécifique des muscles intrinsèques du pied (28)
- La thérapie manuelle (29)
- Les ultra-sons
- La technique de Graston

Nous retrouvons, au sein de la littérature, beaucoup d'éléments quant aux traitements pouvant être proposés par un MK. Il en devient difficile de déterminer les plus efficaces. De plus, ces différents traitements peuvent chacun nécessiter du matériel, donc représenter un investissement financier pour le professionnel de santé. Afin de guider le choix de pratiques du MK, nous allons étudier trois différents traitements. A savoir, deux traitements où le patient est acteur de sa rééducation, où il peut être autonome, sans avoir besoin de matériel spécifique de la part du thérapeute. Nous étudierons donc en premier les effets des étirements. En second, les effets de l'exercice actif via le renforcement musculaire de la région pathologique. En troisième et dernier, nous étudierons les ODCe, un traitement passif. Avant d'analyser la littérature à leur sujet, présentons les tenants et aboutissants de ces trois traitements distincts.

2.2. Quelle est la place des étirements au sein des traitements

2.2.1. Définition de l'étirement

En parcourant la littérature, les étirements trouvent leur place dans le traitement conventionnel de la FP. En effet, les professionnels de santé ont relié cet élément de prise en charge à cette pathologie du fait de l'aspect de rétraction de la structure anatomique touchée. Pour contrer cet effet, il peut sembler logique de venir exercer l'action inverse, soit étirer la structure. Explorons ce en quoi consistent les étirements, ainsi que la façon dont ils sont utilisés pour traiter la FP.

Un étirement consiste en l'allongement temporaire d'une structure musculaire ou articulaire. Il faut distinguer l'étirement articulaire de l'étirement musculaire. Pour pratiquer un étirement musculaire, il faut allonger au maximum les muscles et les tendons en allant à l'inverse de leurs actions physiologiques. Pour cela, il faut agir sur toutes les articulations croisées, et tenir compte de toutes les composantes d'actions musculaires : en particulier la composante rotatoire qui permet d'allonger au mieux le muscle (30). Cela peut inclure des mouvements actifs ou passifs pour tendre et détendre les muscles, afin d'améliorer la souplesse, la mobilité, la circulation sanguine et enfin réduire la tension musculaire (31).

Lors d'un étirement musculaire, 4 éléments sont essentiellement mis en jeu :

- Le tendon s'attachant à l'os,
- Le muscle,
- L'aponévrose,
- Les mécanismes de physiologies nerveuse (réflexe myotatique, réflexe myotatique inverse, innervation réciproque).

Nous avons aussi la peau, les structures articulaires via les ligaments, l'os, moins intéressant dans le cas de cette étude. Le muscle est l'élément anatomique le plus déformable. Il entre en relation avec les deux autres. L'aponévrose des muscles dispose de fibres maillées plus lâches (organisation micro vacuolaire tridimensionnelle). Elle est de ce fait plus déformable que le tendon. Ce dernier constitue un dérivé d'aponévrose avec une organisation différente et plus dense des fibres de collagène.

Il existe plusieurs modalités d'étirements. L'étirement passif fait référence à une technique consistant à allonger un groupe musculaire en déplaçant lentement une articulation jusqu'à son amplitude de mouvement maximale disponible. On parle d'étirements où le sujet ne participe pas, ne s'oppose pas à l'étirement, ne l'accompagne pas, ni n'a d'influence sur l'amplitude du mouvement. Dans ces étirements, il existe 2 sous parties, les cycliques et les statiques. Les premiers consistent en une succession d'allongements et de raccourcissements. Dans le cadre des seconds, on observe une pause entre le processus de raccourcissement et d'allongement. Différents gains sont observés, suivant le temps de maintien de l'étirement, la durée totale du protocole. De plus, des effets différents sont observés en fonction de l'écart de temps entre la réalisation des techniques et la mesure des effets (32).

L'étirement dynamique étire et contracte alternativement le muscle cible pour obtenir une large gamme de mouvements. Ils correspondent à ceux effectués dans des amplitudes sous-maximales lors de la pratique de l'activité. Ils ont la particularité de non seulement entraîner un échauffement du segment corporel, mais aussi de provoquer de fortes fluctuations des deux variables neuromusculaires. Il existe plusieurs sortes d'étirements dynamiques, tels les « contractés-relachés » (33), ou encore les étirements balistiques, qui consistent en une suite rapide de fortes contractions des muscles agonistes dans le but d'améliorer la mobilité des muscles antagonistes (34).

2.2.2. Modalités d'utilisation

Du fait de l'anatomie de l'aponévrose plantaire, les étirements effectués doivent inclure les muscles de la jambe, et potentiellement une partie de ceux de la cuisse. Les muscles concernés par l'étirement appartiendront à la région se situant du creux poplité aux articulations métatarso-phalangienne. Seront donc potentiellement ciblés par les PE les muscles ischio-jambiers, le triceps sural, les muscles inverseurs et éverseurs du pied, les fléchisseurs des orteils, ainsi que le fascia plantaire.

Plusieurs protocoles sont recensés auprès de professionnels et de la littérature. Le premier, proposé par **Kamonseki et al** (35), est celui reflétant la plus proche réalité du terrain, ainsi que de celle rencontrée dans la littérature. Il est constitué de 4 exercices :

- Exercice A : en décubitus, venir élever la jambe et entrainer une flexion dorsale de la cheville du patient. Les muscles visés par cet étirement sont les ischios-jambier ainsi que les fléchisseurs plantaires de la cheville.

- Exercices B : auto étirement des gastrocnémiens en position debout. Le patient se penche en avant, main contre un mur, laisse un pied proche du mur, et vient reculer le plus possible le second, tout en veillant à garder le talon en appui au sol ainsi que le jambe arrière tendue.

- Exercice C : auto étirement du soléaire en position debout. Le patient se penche en avant, main contre un mur, laisse un pied proche du mur, et vient reculer le second, tout en veillant à garder le talon en appui au sol. Dans cette position, le patient vient fléchir son genou.

- Exercice D : auto-étirement du fascia-plantaire, en position assise. Le patient croise son pied sur la cuisse controlatérale, et effectue une extension passive des articulations métatarso-phalangienne

Ces exercices doivent être effectués quotidiennement pendant une durée de 8 semaines, à raison de trois séries pour chacun, avec un temps de maintien de 30 secondes de chaque côté.

Figure 3. Présentation des exercices d'étirements.

2.3. Quelle est la place du renforcement musculaire dans la prise en charge de la FP

2.3.1. Une activité physique

L'OMS définit l'activité physique comme « *tout mouvement corporel produit par les muscles squelettiques qui requiert une dépense d'énergie* ». Elle désigne tous les mouvements que l'on effectue au sein des loisirs respectifs, sur le lieu de travail de chacun ou pour se déplacer lors de sa vie quotidienne. En son sein, prend place le renforcement musculaire**.** Il désigne l'ensemble des techniques et des processus qui consistent à modifier les propriétés biologiques des tissus nerveux et musculaires sous l'effet d'une activité intense et répétée. Le renforcement musculaire aura pour but d'augmenter la force musculaire, à travers ses différentes composantes. Dans un premier temps, nous obtenons des adaptations nerveuses, comme un meilleur recrutement et une meilleure synchronisation des unités motrices, ou encore la diminution de l'activité des muscles antagonistes. Dans un second temps, on retrouve une modification des facteurs structuraux du tissu musculaire comme l'augmentation du diamètre transversal des fibres musculaires, la croissance du tissu conjonctif ainsi qu'une meilleure capillarisation.

2.3.2. Bénéfices perçus en santé

Le premier effet positif de l'activité physique est de nous protéger de la sédentarité, soit le fait de passer de longues périodes en position assise ou allongée, avec une faible dépense énergétique. A travers un mode de vie sédentaire, nous développons des risques accrus de développer des pathologies. Parmi celles-ci, on retrouve le diabète, les maladies cardio-vasculaires, le cancer du sein ou du colon.

Une activité physique régulière comprend selon l'Organisation Mondiale de la Santé pour un adulte de 18 à 64 ans, 150 à 300 minutes d'une activité d'endurance d'intensité modérée par semaine. Selon ses modalités d'exécution, l'activité physique peut améliorer la santé osseuse, les capacités cardio-respiratoires, le système immunitaire. Avec l'amélioration des aptitudes musculaires de l'individu, on retrouve un accroissement de ses capacités fonctionnelles et le maintien d'un poids corporel sain. Attention, ces avantages ne sont pas que physiques ! Elle permet aussi chez l'adolescent d'améliorer les résultats cognitifs via de meilleurs résultats scolaires, ou encore l'amélioration de la santé mentale (36). Enfin, nous notons que cette dernière peut avoir avoir des effets chez nos aînés, via une amélioration de leur cognition générale. Pour finir, on observe que l'activité physique réduit les risques de mortalité prématurée chez les adultes et leurs ainés (37).

Plus spécifiquement, nous allons étudier les bienfaits du renforcement musculaire. Deux avantages similaires à l'activité physique sont observés : l'augmentation des capacités en force et en endurance des tissus musculaires, ainsi que la densification du tissu osseux, via la stimulation à travers la contrainte exercée par le tissu musculaire. Un tissu musculaire plus développé permettra une meilleure gestion du poids via l'augmentation des dépenses métaboliques. Le risque de blessure sera diminué, par une stabilité active supérieure de nos articulations. Une diminution des douleurs liées aux postures peut aussi être observée. Pour finir, les exercices de renforcement musculaire peuvent aider à réduire le stress et l'anxiété en augmentant la production d'hormones comme l'endorphine, responsable d'une sensation de bien-être.

2.3.3. Les types de renforcements musculaires

Le renforcement musculaire comporte de nombreux exercices et méthodes, qui visent à renforcer l'ensemble des muscles du corps, ou des groupes musculaires spécifiques. L'objectif est de solliciter le tissu musculaire pour qu'il produise une force contre résistance. C'est en sollicitant régulièrement les muscles, de différentes manières, que les qualités citées ci-dessus seront accrues, en fonction des modalités générales choisies. Ces dernières dépendent du but recherché : la force, la puissance, l'hypertrophie ou l'endurance. Les facteurs à prendre en compte sont : l'intensité (ou charge de travail), le nombre de répétitions, le nombre de séances par semaine, la durée d'une séance ainsi que la durée totale du programme. En fonction des objectifs ainsi que de l'avancement de l'individu dans son programme de renforcement musculaire, différents régimes de contraction sont utilisés. Ces derniers sont :

- Le travail isométrique, statique
- Le travail anisométrique, dynamique
    - Concentrique, où les insertions musculaires se rapprochent
    - Excentrique, où les insertions musculaires s'éloignent, force de freinage
    - Pliométrique : utilisation des capacités tissulaire élastiques

Ces différentes modalités de contractions prendront places au sein d'exercices spécifiques dans le cadre de notre étude. Au sein de la revue de littérature sur le renforcement musculaire dans le cadre d'une prise en charge de FP, faite par Huffer et al, on remarque deux axes de travail principaux. Pour la première partie des exercices, le travail est porté sur les muscles intrinsèques du pied. Par exemple, le « *short foot exercise* » porte sur le renforcement du carré plantaire, un

muscle responsable du support actif de la voûte plantaire (38). Pour la seconde partie des exercices, l'accent est mis sur les muscles extrinsèques du pied. Par exemple le « *heel raise exercise* » mobilisant les gastrocnémiens. Ou encore le long fléchisseur des orteils, ciblé par le «*toe curl exercise* » (28). En exercice de renforcement plus global du pied et de la jambe, on retrouve dans la littérature la course minimaliste. Ces exercices de renforcement spécifique ont pour but d'accroître la stabilité active de notre pied. Le système passif s'en retrouve déchargé d'une partie de ses contraintes. Le parti pris est donc de renforcer les éléments ayant un rôle similaire ou complémentaire à l'aponévrose, afin de réduire la charge de travail et la pression exercée sur cette dernière. Ainsi, cela laisse le temps au processus de cicatrisation de faire son effet. Cet aspect de la prise en charge du patient est intéressant car ce dernier peut le réaliser en autonomie. Il peut donc multiplier les séances sans être dépendant du praticien.

2.4. Quelle place les ondes de choc extracorporelles prennent elle dans le traitement de la FP

2.4.1. Description de la thérapie

2.4.1.1. Histoire et concept technique

Dans la langue française, une onde de choc est une onde produite dans un milieu matériel quelconque par une transition brutale dans ses grandeurs caractéristiques (température, pression, masse volumique), qui peut notamment être générée par une explosion ou un choc de forte intensité et prendre la forme d'une vague de haute pression.

Nous disposons maintenant d'appareils à onde de chocs où nous pouvons paramétrer la puissance des ondes (1 à 5 bars en général), leur nombre ainsi que la fréquence d'émission (1 à 22 hertz) (39).

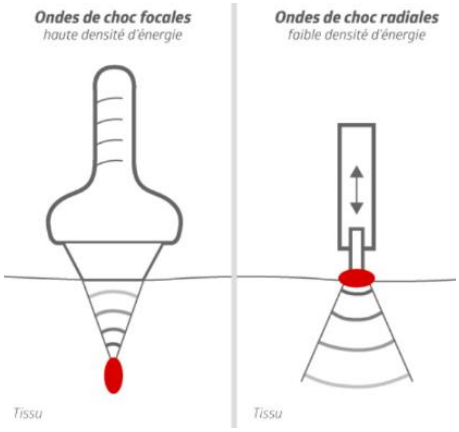

Figure 4. Schémas de fonctionnement des ondes focales / radiales.

Deux types d'ondes de choc existent dans le cadre de la santé :

- Les ondes de choc focales, à haute énergie mais courte durée. Elles sont utilisées pour la fragmentation des calculs rénaux (lithotripsie), les retards de consolidations osseux ou bien la pseudarthrose.
- Les ondes de choc radiales, à plus faible densité d'énergie mais plus longue durée de transmission. Elles sont utilisées pour le traitement des tissus musculosquelettiques.

2.4.1.2. Utilité en santé

C'est une modalité thérapeutique non invasive qui utilise une séquence d'ondes acoustiques à haute énergie pour induire des effets biologiques et physiologiques dans les tissus et les cellules de la zone cible du traitement.

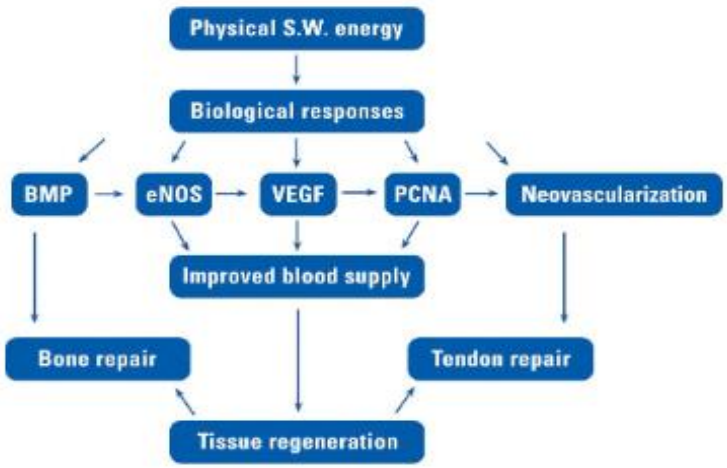

Figure 5. Effets des ondes de choc sur les tissus biologiques.

Nous aurons donc :

- Une action antalgique : via la théorie du « *gate control* », la stimulation des grosses fibres à vitesse de conduction rapide bloque les influx nociceptifs provenant de la pathologie. L'inhibition a lieu au sein de la moelle épinière, plus précisément au niveau de l'épine dorsale. La saturation des voies rapides ainsi générée doit permettre une réduction de la douleur immédiatement après la séance.

- Une action mécanique : la succession de pressions de dépressions ont un effet défibrosant similaire au massage transversal profond décrit par **Cyriax**. L'application d'ondes acoustiques sur le modèle animal a aussi prouvé créer des micro-ruptures capillaires au sein des tissus ciblés, stimulant ainsi la croissance et le remodelage d'une néo-vascularisation (40). L'apport sanguin est alors accru et ainsi celui de facteur de croissance (ex : *« Vascular Endothelial Growth Factor »* , VEGF), ou de l'oxygénation (41).

- Une action chimique : une activité pro-inflammatoire, stimulant l'activité des mastocytes et par conséquent la production de cytokines TFGβ-1 ou IGF-1, pour ne citer qu'elles (42). Cette activité contribue à la guérison des tissus via des procédés régénérateurs (43).

On recense des effets secondaires inconstants, proportionnels à l'intensité des ondes reçues (44). Ils peuvent se manifester par :

- Une recrudescence temporaire et modérée de la douleur
- Une rougeur et des œdèmes locaux à proximité de la séance
- Une ecchymose si la zone sous traitement dispose d'une importante couche de cellule adipeuse.

2.4.2. Modalités d'intervention

2.4.2.1. Indications

- Calcification péri articulaire
- Tendinopathie achilléenne / patellaire / du coude
- Enthésopathie d'insertion
- Aponévrosite plantaire
- Contractures
- Séquelles de déchirures musculaires douloureuses
- Trigger point
- Cellulite
- Ulcères à la jambe

2.4.2.2. Contre-indications (45)

- Présence de thrombophlébite
- Patient hémophiles (troubles de la coagulation) ou sous anti coagulant
- Tumeurs et syndromes infectieux
- Proximité avec cavité aérique (poumons, intestin…)
- Site de passage de tronc nerveux ou de gros vaisseaux sanguins, région cardiaque
- Lésions cutanées
- Patient sous cortisone depuis une longue durée
- Algoneurodystrophie et capsulite rétractile en phase inflammatoire
- Présence de cartilage de croissance (âge<17ans)
- Ostéoporose (âge >75 ans)

2.4.2.3. Application

Afin d'appliquer un traitement par ondes de choc, vous devez vous munir d'unappareil et d'un transducteur (embout spécifique) responsable du changement de l'énergie électrique en énergie acoustique. Un gel appliqué sur la peau du patient permettra la diffusion des ondes entre le transducteur et le tissu humain.

Du fait de leur pénétration superficielle au sein des tissus de l'organisme, les ondes de choc par diffusion radiales sont souvent utilisées dans le traitement de la FP. Afin d'étudier leur mode de fonctionnement, le parti pris sera d'utiliser d'abord la méthode de traitement conseillée par les vendeurs de ces matériels tel « chattanooga ». A la suite du bilan clinique, un traitement par ODCe peut être réalisé localement, ou globalement si l'on s'aperçoit de l'association de douleur myo-fasciale supplémentaire à la pathologie déjà présente. Selon les objectifs du traitement ainsi que le tissu ciblé, le transducteur est différent.

Le traitement local isolé comprend en général 5 à 6 séance espacées de 6-7 jours. Les soins sont effectués en décubitus ou en procubitus, à convenance du patient. Il sera nécessaire de mettre en tension l'aponévrose plantaire via une prise sur l'articulation métatarso-phalangienne. La position procubitus est conseillée en cas de douleur myo-fasciale de la chaine postérieur associée. L'application des ondes de chocs radiales se fait au niveau de l'insertion proximale de l'aponévrose, sur le calcanéum. Ce point est généralement douloureux à la palpation lors du diagnostic. Une fréquence de 9 à 10 Hertz est adoptée, avec une pression de 2,2 à 2,8 bar en fonction de la tolérance à la douleur du patient. Enfin, 2000 chocs sont administrés durant la séance (46). A la suite de l'application du traitement, un test doit être effectué afin de vérifier l'efficience du programme mené.

A la différence des ondes de choc radiales, les ondes de choc focales s'effectuent à distance de la peau, on ne sent pas les percussions au contact de la peau. Ces ondes sont ultra-sonores et de très haute énergie. Le protocole est lui aussi différent. Il se déroule en 3 séances de 5 minutes d'application, une par semaine, avec un ressenti différé le plus souvent. Selon les localisations, le traitement peut être guidé par échographie (exemple : sur une calcification ou un retard de consolidation osseuse).

Lors des recherches menées sur les différents traitements dans le cadre d'une prise en charge d'un patient présentant une FP, nous remarquons que deux d'entre eux sont applicables au cabinet du professionnel sans matériel. Le thérapeute peut donc avoir comme objectif de faire gagner en autonomie le patient. Ainsi, il optimise sa prise en charge lors des séances en faisant des progrès sur les étirements et/ou le renforcement musculaire de son côté. C'est ici la

principale différence avec le traitement par ondes de choc qui rend le patient dépendant du praticien.

A noter que l'acquisition de l'outil d'onde de chocs extra corporelle représente un investissement financier pour le MK. A l'aide de la littérature, nous chercherons à identifier si l'acquisition de cet outil est une plus-value dans le cadre du traitement de la FP, ou si le PE ou le PR peut suffire via l'autonomisation du patient à régler les symptômes douloureux de ce dernier.

3. Méthodologie

3.1 Analyse de la littérature

Afin de répondre à la problématique reliée aux différentes thérapies proposées lors de la prise en charge de la FP chez les individus atteints, une analyse de la littérature a été réalisée selon les recommandations PRISMA (47). La collecte des données à travers PubMed, Pedro et Science direct nous a permis de recueillir un panel d'articles afin d'approfondir notre réflexion. Pour mener à bien la sélection d'articles, les mots clefs constituant l'équation de recherche ont été sélectionnés en utilisant le modèle PICO.

Tableau I. Utilisation de la méthode PICO.

Critères PICO	Sélection
Patients	Individus atteints de FP, âgés de plus de 18 ans
Intervention	Etirement / renforcement musculaire
Comparateur	Ondes de choc
Critère d'intérêt	EVA de la douleur

Plusieurs mots clefs furent utilisés afin de mentionner ces différentes modalités de traitements. Afin d'obtenir de la littérature abordant le comparateur, le terme « *shock wave* » a été utilisé. La littérature sur les étirements a été obtenue via « *stretching* ». Enfin, « *strengthening* » nous a permis d'obtenir les résultats souhaités sur le renforcement musculaire. Tous ces termes ont été ajoutés à « *plantar fasciitis* » afin d'obtenir des résultats uniquement centrés sur la pathologie étudiée. Un important bruit documentaire est apparu à la suite de ces recherches. Pour le réduire, nous avons utilisé les opérateurs booléens. 2 équations de recherches ont été construites :

- "Plantar Fasciitis" AND (“rehabilitation” OR “strengthening” OR “stretching”) NOT “shockwave” NOT review AND “randomized control trial”

- "Plantar Fasciitis" AND (“rehabilitation” OR “strengthening” OR “stretching”) AND “shockwave” NOT “review” AND “randomized controlled trial”

Les critères d'inclusion reprennent ceux du modèle PICO. Les publications retenues devaient être rédigées en anglais ou en français, ainsi qu'être des essais contrôlés randomisés (ECR). Ce dernier point a permis d'obtenir des valeurs inter-essais comparables statistiquement. Les

critères d'exclusions relevaient du type d'étude, de la langue ainsi que des protocoles d'intervention. L'intervention devait être unique, et non composée de plusieurs protocoles.

A l'aide de ces paramètres, 211 articles ont émergé des 3 bases de données. En premier lieu, les doublons, au nombre de 25, ont été supprimés. Il restait alors 186 essais contrôlés randomisés. Suite à ce tri préliminaire, les essais ne traitant pas de l'intervention voulue, soit 118 articles, ont été supprimés. Le nombre d'ECR restant s'est trouvé réduit à 68. Les articles restants se devaient de mesurer l'intervention effectuée via l'EVA (48). 25 articles ne le faisant point, il en restait 43.

Lors des recherches préliminaires, de nombreux écrits abordaient le sujet de la FP et des traitements associés. Il ressortait dans les discussions des dernières méta-analyses que la qualité méthodologique des essais était trop faible pour parvenir à un niveau de preuve suffisant.

Le parti pris est celui d'étudier seulement de nouveaux essais cliniques, afin de ne pas être confronté, si possible, aux mêmes biais suite à cette étude. De plus, cela permet à cette étude d'être originale et ainsi la confronter aux études précédemment conduites. Dès lors, il est nécessaire d'établir une période de sortie des publications afin d'établir un rapport des données non prises en compte lors des précédentes revues de la littérature abordant ce sujet. Concernant les PE, une revue de la littérature comprenant une méta-analyse est sortie en 2020 (27). Elle comprend comme article le plus récent, une publication datant de 2016. Les articles sortis ultérieurement ont été inclus à cette revue de la littérature. Pour la prise en charge de la FP par des protocoles d'exercices actifs, la dernière revue de la littérature date de 2016 (28). Ce seront donc des articles post 2016 qui ont été retenus au sein de ce travail. Enfin, une revue de la littérature abordant le traitement de la FP via la thérapie par ODCe est éditée en 2022 (49). Elle fait état des connaissances via des écrits publiés jusqu'à 2020. Ceux postérieurs à cette date ont été introduits dans notre écrit. Ces derniers paramètres ont laissé 12 publications. 1 abordant l'intervention renforcement musculaire, 6 abordant l'intervention étirement et enfin 5 sur l'intervention ondes de choc. Les ECR inclus ont été évalués via deux critères :

- La qualité méthodologique : l'ECR a-t-il été conduit sans trop de biais ? L'évaluation de ce point se fait grâce à l'échelle PEDro canadienne permettant d'attribuer un score sur 10 à chaque essai (50). Ce score permet au lecteur d'identifier rapidement les essais qui présentent suffisamment d'informations statistiques pour aider à prendre les bonnes décisions cliniques. Ces notes sont reportées sur le tableau fournit en annexe I. Il est décrit qu'une qualité modérée ou élevée correspond à une note supérieure ou égale à 6 sur 10 (51)(52). Nous avons donc utilisé

uniquement des articles cette note ou plus, afin de conférer à cet écrit une qualité méthodologique aussi élevée que possible.

- La force de recommandation des résultats (validité de l'étude) : quel poids apporter aux résultats de l'ECR sur le critère évalué, pour que l'utilisation des résultats dans la pratique courante soit réellement intéressante ? C'est d'ailleurs cette question qui est la plus proche du paradigme de *l'«Evidence Based Practice»*, pour inciter à une pratique clinique raisonnée, concertée avec le patient et en accord avec les données scientifiques.

Au sein des études concernant les PE, certaines proposent un protocole intéressant, mais présentant un traitement sous-jacent, ne permettant pas d'évaluer la pertinence de l'intervention principale effectuée. Cela entraîne des biais dans l'analyse statistique. Afin d'éviter toute confusion, nous avons supprimé les 3 articles concernés. Dans l'étude de **Kaiser et al**, le protocole est décrit de façon à proposer un PE pour un groupe, pour le comparer à une prise en charge standard chez l'autre groupe. Seulement, il est précisé que les deux groupes doivent porter des attèles de nuits et respecter la prise d'anti-inflammatoire non stéroïdiens (AINS) durant tout le protocole.
Un unique article a abordé les effets d'un PR, écrit par **Thong-on et al**. Il présente la bonne intervention mais aussi une thérapie physique sous-jacente composée de thérapies manuelle ainsi que d'ultra-sons. Cet article étant le seul au sein de l'analyse de l'intervention « renforcement musculaire », il a été choisi de l'inclure tout de même.
Concernant l'étude de la thérapie par ODCe, les écrits de **Xu et al**, et de **Gezginaslan et Basar** ont été supprimés.
Un diagramme de flux construit selon les normes PRISMA, retrace la méthodologie effectuée (Figure 6) (53). 6 articles respectent tous les critères requis pour être inclus dans cette étude (annexe II). Au sein de ces derniers, les interventions intéressantes peuvent être attribuées au groupe contrôle comme au groupe expérimental. L'intérêt de ces articles réside dans les résultats enregistrés. Ces derniers sont extraits, analysés. Les différences moyennes sont calculées afin de pouvoir comparer les données entre elles. Il n'était pas nécessaire de comparer ces interventions au sein du même ECR grâce à l'obtention de ces données. Les données enregistrées au sein des articles ont été reportées dans les tableaux en annexe III à VIII, pour comparer l'efficience des différents protocoles menés.

3.2. Diagramme de flux

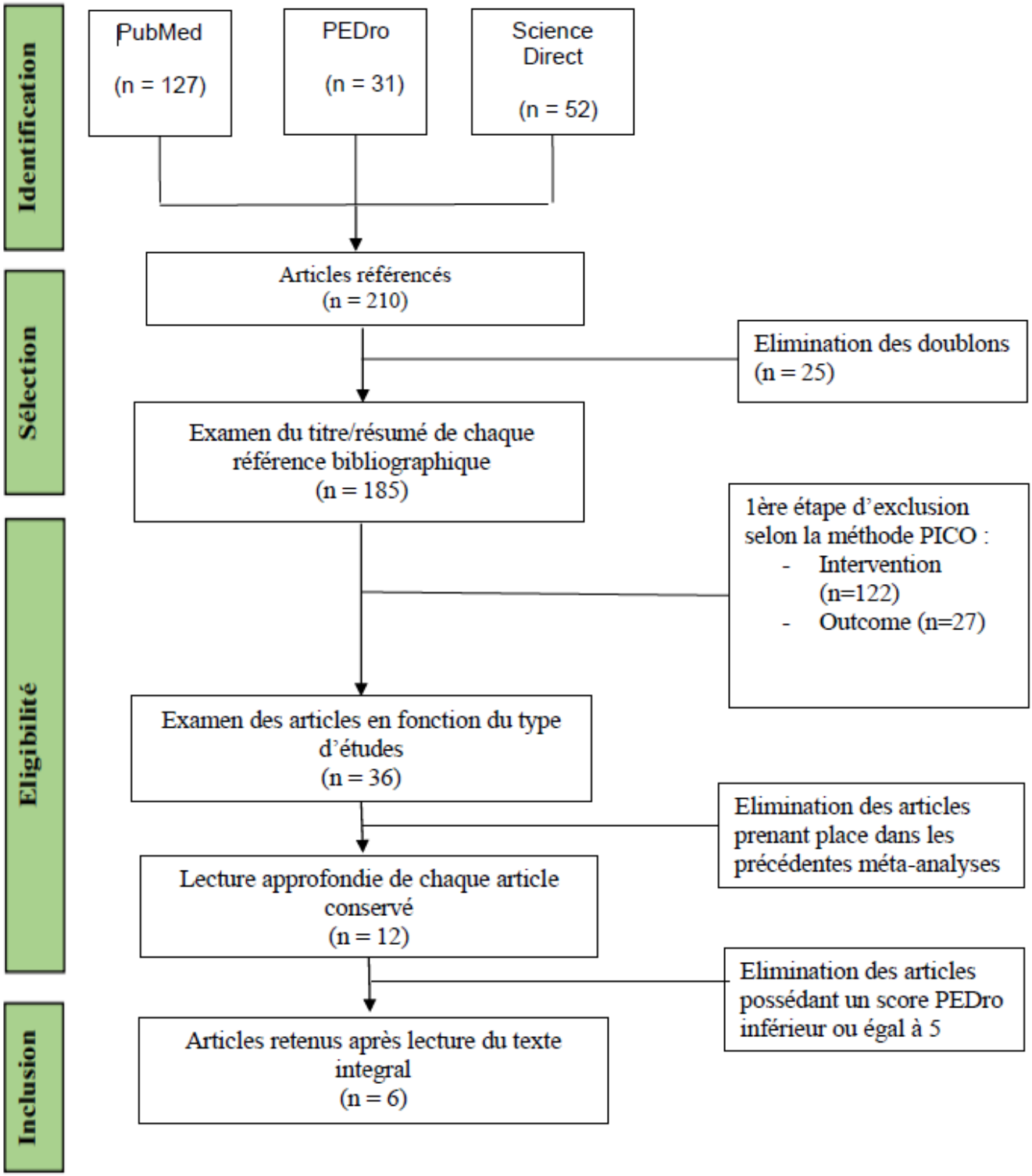

Figure 6. Diagramme de flux.

3.3. Organisation et analyse des données obtenues

Des tableaux de synthèses présentent les articles qui vont être étudiés dans ce mémoire en annexe II à VII. Ils servent à dégager les informations essentielles de chaque étude sélectionnée.

Etude : Auteur – Année – Type d'étude	Objectif de l'étude	Population	Méthodologie Protocole	Résultats sur l'échelle visuel analogique de la douleur	Commentaire / intérêt pour le mémoire	Grille utilisée – score obtenu

4. Résultats

4.1. Présentation générale des études

L'ensemble de nos résultats regroupe 220 patients, dont 103 patients participant aux PE, 133 patients traités par un protocole basé sur la thérapie par ODCe, et enfin 84 patients effectuant le PR. Les patients présentent tous une FP. Elle est diagnostiquée notamment par une douleur après une longue période de repos et une douleur à la palpation du processus médial du calcanéum. Lors du recrutement des participants, les critères d'exclusion présentent des similitudes entre les ECR : pas de prise d'anti inflammatoires non stéroïdien dans les semaines précédant l'essai, pas de sciatalgie, pas de traumas ou d'opération sur le membre inférieur dans l'histoire du patient. Des populations présentent des singularités de par la chronicisation de la douleur. Le critère d'évaluation de toutes ces interventions est la douleur, à travers l'EVA. Le score PEDro moyen des études incluses est de 7,33.

4.2. Etudes incluses

4.2.1. Traitement par étirements : Annexes II à IV

Tableau II. Résumé des données principales des études.

Etudes	Populations n = 103	Groupes musculaires ciblés par l'intervention d'intérêt	Résultats Mean (SD) EVA sur 10 points
Pinrattana et al	Masculine, de 18 à 40 ans	Fascia plantaire, fibulaires, gastrocnémiens, ischios-jambiers (IJ) chaîne postérieure	Réduction moyenne immédiate statistique de la douleur, ainsi que réduction de la douleur de 5,14 (1,81) points une semaine après, du score EVA
Molund et al	Douloureux chroniques, de 18 à 70 ans	Fascia plantaire, triceps sural, IJ	Diminution moyenne significative de la douleur de 0,2 points à 3 mois Augmentation moyenne significative de la douleur à long terme (12 mois) de 0,3 points.
Pisirici et al	Douloureux chroniques, de 18 à 60 ans	Fascia plantaire, soléaire, gastrocnémiens,	Diminution moyenne significative statistiquement de la douleur au premier pas et à l'activité (2,7 (1,76) points)

4.2.1.1. Description des protocoles

Au sein de l'étude de **Pinratanna et al**, l'essai se fait sur une population uniquement masculine non douloureuse chronique, et dans une catégorie d'âge moyen (18 à 40 ans). Le PE au cœur de l'intervention a été mis en place par un MK. Ce dernier l'a enseigné à tous les participants allant l'effectuer. Le groupe étirement et le groupe traitement combiné ont reçu pour instructions d'effectuer activement dix répétitions (maintenues 10 secondes) de chaque manœuvre, par série, trois séries par jour, et de continuer à s'étirer quotidiennement pendant une semaine. Les étirements prescrits étaient au nombre de 5. Ils étaient progressifs, de par la

mise en tension sans le poids du corps en premier lieux, puis ensuite par le poids du corps. Ont été étirés par le protocole décrit le fascia plantaire, les muscles fibulaires, les gastrocnémiens, les ischios-jambiers et enfin, la chaîne postérieure du membre inférieur.
L'évaluation du score de la douleur s'est faite grâce à l'EVA, sur une règle horizontale de 10 cm. Deux temps d'évaluation ont eu lieu. Le premier a mesuré l'effet immédiat des étirements, soit 20 minutes après la fin du protocole. Le second s'est fait à court terme, une semaine après la fin du protocole, selon les mêmes modalités.
Les deux études suivantes ont étudié une population plus représentative, mixte, touchée par des douleurs chroniques liées à une FP, datant de plus de 3 mois. Dans l'essai de **Molund et al**, les patients ont reçu l'instruction d'effectuer les exercices au moins deux fois par jour. La manœuvre d'étirement était maintenue au moins 60 secondes. Le programme comprenait l'étirement du fascia plantaire, du triceps sural et des ischio-jambiers. Les patients ont reçu des informations écrites, incluant des images décrivant les exercices. Ce programme a été réalisé en autonomie et les patients ont été encouragés à le poursuivre pendant au moins 12 semaines. Pour veiller à la bonne pratique des étirements, le MK responsable de la formation aux exercices restait joignable par téléphone durant toute la durée du protocole. Enfin, les patients devaient consigner les étirements effectués dans un livre de bord, permettant un retour sur l'observance du protocole. La mesure attendue sur l'EVA concernait la plus grosse douleur ressentie au cours des 24 dernières heures.

L'étude faite par **Pisirici et al** comportait un PE légèrement différent. En effet, ces derniers n'ont pas inclus de manœuvre concernant les ischios-jambiers, mais préféraient effectuer des manœuvres plus spécifiques sur le triceps sural. Ses deux chefs, le soléaire et les gastrocnémiens, ont été différenciés et étirés par deux techniques différentes. Les 43 patients inclus dans l'étude du groupe réalisant les étirements, étaient en autonomie vis-à-vis des techniques enseignées comme celle de l'essai clinique précédent. Les techniques ont été maintenues sur une durée similaire, mais réparties différemment dans le temps. Les trois manœuvres ont été effectuées deux fois chaque jour, avec un temps de maintien de la position égale à 30 secondes. Les données reportées à 4 et 8 semaines après le traitement ont été transmises oralement à l'évaluateur.

4.2.1.2. Communication des résultats

Pinratanna et al

Concernant le PE seul qui nous intéresse au sein de cet ECR, plusieurs résultats intéressants émergent. Immédiatement après le traitement (20 minutes), on observe une diminution par rapport au score de la douleur initialement rapporté de 4,14 centimètres (p-value < 0,05). A court terme, soit une semaine après, un effet similaire supérieur est observé. La valeur initiale est réduite de 5,16 cm. L'effet de ce protocole est confirmé par le calcul de la réponse moyenne standardisée (RMS), ayant une valeur de 1,96 pour l'effet immédiat et 2,84 pour l'effet des étirements à court terme.

Molund et al

Suite à l'analyse statistique des résultats, les chercheurs n'observent pas de différence lors des mesures de la douleur la plus intense ressentie par les patients à 3 ou 12 mois. La valeur annoncée sur cette échelle avant le traitement était de 7,1 (1,5-9,5). Cette dernière a diminué de manière non significative (p-value = 0,968) à 3 mois pour se situer à 6,9 (2,1-10) et enfin remonter à 7,4 (0,2-9,3) à 12 mois. Nous ne disposons pas de données statistiques supplémentaires pour analyser ces résultats.

Pisirici et al

A la suite du protocole expérimental (4 semaines), les résultats montrent une différence significative de la douleur au premier pas, de -1,86 entre la valeur pré et post traitement (p < 0,05). De même, on observe à 8 semaines une diminution significative de la douleur, passant de 7,22cm (1,73) à 5,36cm (1,75). Enfin, à 6 mois, on rapporte une diminution de 4,30 cm sur l'échelle de la douleur (7,08cm (1,57) avant le protocole pour 2,78 cm (2,41) 6 mois après le début du protocole). Les résultats observés sur les échelles concernent la douleur ressentie par le patient à l'activité, qui vont dans la même direction. Avant le traitement, le score de la douleur était de 6,53 (1,98) cm. A 4 semaines, il était de 3,81 (1,65) cm et enfin à 8 semaines il était de 3,83 (2,43) cm. On constate donc l'effet intéressant statistiquement des étirements à court, moyen et long terme sur la douleur ressentie par les patients lors des premiers pas matinaux. L'effet sur la réduction de la douleur à l'activité sera, lui, moins intéressant à moyen terme, mais utile pour réduire la douleur ressentie à court terme.

4.2.2. Traitement par renforcement musculaire : Annexe V

Tableau III. Résumé des données principales de l'étude de Thong-On et al.

Etude	Population n = 84	Groupes musculaires ciblés par l'intervention d'intérêt	Résultats Mean (SD) EVA sur 10 points
Thong-On et al	Moyenne d'âge des patients de 52 ans	Fléchisseur de orteils, triceps sural, éverseurs et inverseurs	Diminution moyenne significative de la douleur la plus intense à la fin de l'intervention [2,06 (1,76)], ainsi qu'entre la première intervention et le 2ème mois. Même conclusion pour la douleur matinale.

4.2.2.1. Description du protocole

Ce protocole a été conduit en double aveugle. Les patients devaient présenter une douleur au niveau du talon depuis plus d'un mois. Elle devait être présente notamment lors des premiers pas de la journée, ou après des périodes de stations debout prolongées. La douleur à la palpation du tubercule médial du calcanéum était aussi un des critères de sélection. Les facteurs d'exclusion étaient des antécédents chirurgicaux lombaires, une fracture, un trauma, des injections de corticoïdes les 6 mois précédents le début de l'essai, ou l'incapacité de réaliser les exercices demandés. 84 patients ont débuté l'étude. Ils ont été randomisés de façon ajustée à l'âge et au sexe des participants, puis répartis en 2 groupes de 42 patients. L'intervention comprenait un traitement conservateur présent dans les deux groupes, constitué de thérapie par ultra-sons ainsi que de la thérapie manuelle. Il était prodigué par un premier MK, 2 fois par semaine pendant les 4 premières semaines du protocole. Le PR était prodigué par un second MK et illustré dans un document. Il comportait un exercice pour les fléchisseurs des orteils, un pour les éverseurs du pied, un pour les inverseurs du pied et enfin un visant le renforcement du triceps sural. Un troisième MK intervenait pour expliquer le PE, lui aussi transmis en version papier par la suite. Il comprenait une technique pour étirer le fascia plantaire, une autre pour les gastrocnémiens et enfin une dernière pour le muscle soléaire. Les deux protocoles sont décrits sur une période de 12 semaines, avec 3 réalisations de chaque technique par jour. Après ce

temps, les patients étaient encouragés à continuer en autonomie durant 2 mois. Pour les aider, ils disposaient d'un manuscrit comprenant les exercices ou les manœuvres d'étirements, ainsi qu'un carnet de bord où noter les séances effectuées. Ce dernier permettait aussi aux MK d'avoir un retour sur l'observance des patients. 5 mesures de l'EVA ont été prises : avant le traitement, au milieu de l'intervention, et à la fin de l'intervention de 12 semaines. Puis, à 1 mois et enfin à 2 mois après l'arrêt des séances supervisées. Durant ces temps d'évaluation, il était demandé au patient de coter leurs douleurs. La plus intense dans un premier temps et celle présente lors des premiers pas dans un second temps. La cotation était à reporter sur une règle graduée de 10cm, représentant l'EVA.

4.2.2.2. Communication des résultats

Les résultats du groupe traité via PE n'ont pas été pris en compte. Ce dernier étant accompagné d'un traitement conservateur sous-jacent, ils auraient entrainé des biais de résultats trop importants s'ils étaient ajoutés à notre analyse relatives aux PE. Ainsi, seuls les résultats du groupe traité par PR ont été analysés.

Les données relevées sur le groupe effectuant le PR sont toutes significatives (p-value < 0,05). En premier lieu, les valeurs communiquées concernant la douleur la plus intense ressentie par le patient au cours de la journée ont été étudiées. La valeur moyenne de l'EVA de départ était de 5,96 ± 2,30. A la fin de l'intervention, elle avait progressé de -2,16, pour atteindre 3.09 ± 2.25. Après 1 mois d'autonomie, l'EVA était de 2.52 ± 2.55, pour enfin atteindre 1.73 ± 2.16 2 après les 2 mois d'autonomie. On remarque donc une diminution significative de la douleur au cours du temps.

En second lieu, nous avons étudié les valeurs de l'échelle de la douleur lors des premiers pas matinaux. Nous avons observé une EVA de base de 5.86 ± 2.51. A la fin des 12 premières semaines de protocole supervisé, le score se situait à 2.90 ± 2.46. 1 mois plus tard la valeur a continué de diminuer statistiquement vers 2.25 ± 2.51. Enfin, l'ultime valeur récoltée de l'EVA était 1.30 ± 1.54, à deux mois d'exercice en autonomie. La p-value inférieure à 0,05 nous indique que les valeurs relevées sont statistiquement pertinentes.

Malgré une relance de l'auteur, la taille d'effet nous est restée inconnue.

4.2.3. Traitement par ondes de choc extracorporelles : Annexe VI et VII

Tableau IV. Résumé des données principales des études.

Etudes	Population n = 133	Intervention d'intérêt	Résultats Mean (SD) EVA sur 10 points
Asheghan et al	Age des patients 18 et 75 ans	Ondes de choc radiales	Diminution moyenne non significative statistiquement à 6 semaines de 3,15 (0,95)
Yeliz Bahar-Ozdemir et Tugba Atan	Age des patients entre 51.57 ± 9.27), algique chronique	Ondes de choc radiales	Diminution moyenne significative statistiquement de la douleur à 5 semaines, 2,27 (2,6)

4.2.3.1. Descriptions des protocoles

Asheghan et al

Le protocole a été effectué sur une population de 62 patients. Ils présentaient tous une douleur médiale au niveau du calcanéum, exacerbée par la palpation, évoluant depuis 8 semaines ou plus, diagnostiquée comme FP par un médecin. Les critères d'exclusions comprenaient tous types d'antécédents d'injections, d'ODCe ou de chirurgie du fascia plantaire. Etaient aussi exclus les individus avec des pathologies inflammatoires systémiques, des antécédents de traumatismes sur le talon et/ou fascia plantaire, des tendinopathies achilléennes, des neuropathies du membre inférieur ou encore un diabète dysrégulé. Les patients sélectionnés ont été répartis en 2 groupes.

Les patients du groupe A ont reçu trois séances hebdomadaires d'ODCe radiales, pendant trois semaines consécutives. Au cours de chaque session, les patients ont reçu 2000 chocs à une pression de 2 bars et à une fréquence de 10 Hz. Ces dernières étaient effectuées par un praticien expérimenté. En raison de la douleur et de l'intolérance à un protocole à haute énergie chez 3 patients, une intensité plus faible a été utilisée pour la rendre indolore. Ensuite, elle a été augmentée progressivement jusqu'à celle requise par le protocole expérimental.

Les patients du groupe B ont effectué deux sessions de prolothérapie, aussi appelée injections de dextrose hypertonique (54).
L'indicateur d'intéressement de cette étude était la douleur ressentie lors des premiers pas, mesurée via l'EVA. La valeur initiale de cette dernière a été relevée à 6 semaine du début du traitement puis à 12 semaines.

Yeliz Bahar-Ozdemir et Tugba Atan

Le protocole décrit au sein de cette étude a été effectué par 45 patients, mais seulement 44 résultats ont été analysés. Pour faire partie de cette étude, les participants devaient présenter une douleur à la palpation du tubercule médiale du calcanéum ainsi que lors des premiers pas après une longue période de repos. La douleur présentée devait être persistante malgré les soins effectués préalablement. Les patients étaient exclus de l'étude lorsqu'ils présentaient des dysfonctions cognitives, qu'ils avaient reçu des infiltrations dans les 3 mois précédents, ou s'ils présentaient des maladies rhumatologiques, des maladies inflammatoires systémiques, des antécédents chirurgicaux lombaires ou au niveau du pied. Enfin, ils devaient ne pas recevoir de traitements supplémentaire simultanément au protocole expérimentale, comme des semelles orthopédiques ou encore des anti-inflammatoires non stéroïdiens.
Sur les 3 groupes formés par les chercheurs, le groupe 1 disposait d'une combinaison d'ODCe et l'application de bandes de kinésiotape comme traitement. Le groupe 2 recevait une thérapie par ODCe suivie d'une application factice de bandes de kinésiotape. Enfin le groupe 3 recevait un traitement constitué uniquement de la thérapie par ODCe. Dans le cadre de notre étude, seuls les résultats du groupe 3 nous ont intéressé.
Le protocole d'application d'ODCe reposait sur un total de 5 séances hebdomadaires à la fréquence de 11 Hz, 3000 ondes de choc par séance à une densité d'énergie de 2,5 bars. L'application par un praticien expérimenté se faisait sur la face médiale du calcanéum.
Les valeurs de l'EVA ont été relevées sur une règle graduée de 10 cm, avant le début du traitement, à la fin des 5 semaines de thérapie, et enfin après 4 semaines de suivi sans thérapie.

4.2.3.2. Communication des résultats

Asheghan et al

La valeur de l'EVA relative au groupe A était 7,23 ± 1,32 au départ de l'essai. Elles ont évolué vers 5,66 ± 1,25 à 6 semaines de protocoles et ont donc diminué de 3,15 (0,95) points sur 10 sur l'EVA. On remarque une régression statistiquement significative (p-value < 0,05) de la douleur après avoir mené à terme le protocole de soins.

Yeliz Bahar-Ozdemir et Tugba Atan

Les valeurs relevées de l'EVA utiles à cette étude concernent uniquement le groupe 3. Au départ de l'étude, la valeur moyenne des échelles de la douleur rapportée était de 7,6 ± 1,5. A la fin du protocole, cette valeur est descendue à 4.73 ± 2.99. 4 semaines après la fin du protocole, cette valeur était de 5,33 ± 3,46 (p < 0,05). On relève une diminution de 2,87 (1,09 - 4,65) sur l'échelle de la douleur grâce à l'intervention menée.

4.3. Analyse inter-groupe des résultats

Pour mesurer l'efficacité des traitements étudiés, une méta-analyse des différents articles est réalisée. Ce « *forest plot* » est constitué des différences moyennes (représentées par un point) retrouvées entre les scores EVA, avant et après avoir effectué le protocole de soin. Le segment passant par ce point représente l'intervalle de confiance à 95%. L'étude de **Molund et al** n'a pas pu être incluse, de par l'absence de communication des données nécessaires aux calculs de la déviation standard de la réponse moyenne.

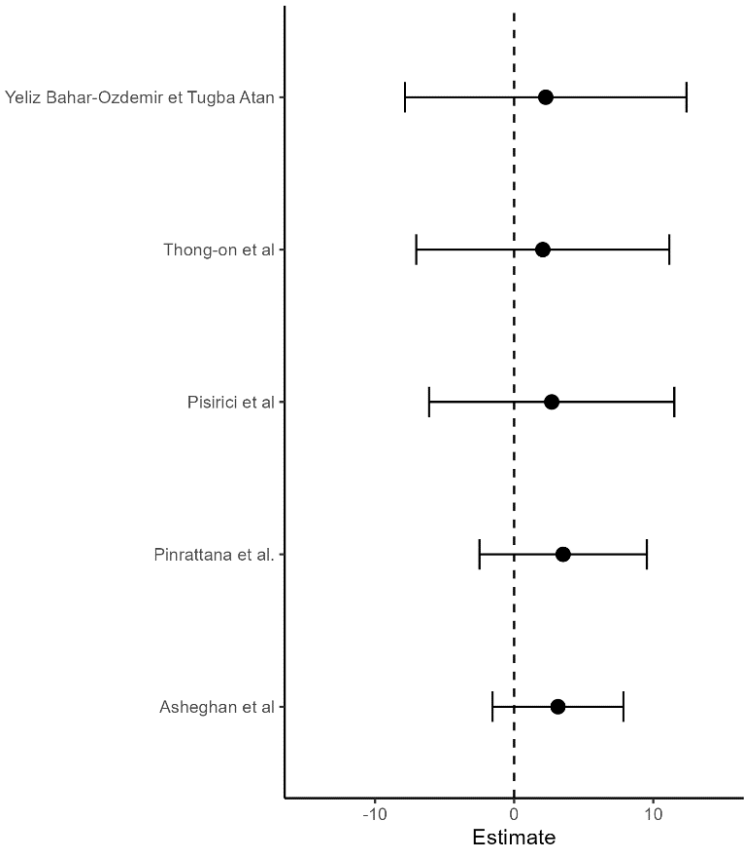

Figure 7. Forest plot des différences moyennes entre les scores EVA des articles.

Nous remarquons sur ce graphique que la comparaison inter-groupes ne révèle aucune différence statistiquement représentative entre le traitement par un PE (55), et le traitement par ODC (56) sur une population douloureuse chronique. Au regard des intervalles de confiance étendus, il semble que les interventions menées sur ces populations aient un effet variable en fonction des individus.

Continuons de comparer les traitements réalisables en autonomie, et ceux dépendant d'un professionnel de santé, mais cette fois sur une population non douloureuse chronique. Le « *forest plot* » ne présente aucune différence statistique significative entre le traitement par ODC et le traitement par PR. De même. De même, le PE (57) ne présente pas de différence statistique avec le traitement par ODC (58).

Cependant, sur cette population, au regard des intervalles de confiance, on retrouve tout de même un effet sur la douleur moins variable, avec des valeurs tendant plus vers une diminution des scores EVA après l'intervention (57,58).

Pour finir, regardons cette fois les deux traitements réalisables en autonomie sur la même population. Le PE et le PR présentent un effet similaire, non comparable statistiquement. Cependant, le traitement par PE semble présenter un effet moins variable, de par un intervalle de confiance à 95% plus restreint, et tendant vers une majorité de valeurs représentatives d'une diminution de la douleur.

5. Discussion

5.1. Rappel des résultats principaux

Cette étude souhaite comparer deux types de traitements. Le traitement par ondes de choc, où le thérapeute est indispensable pour le soin du patient. Et a contrario, le traitement via un PE ou un PR, où le thérapeute a un rôle d'éducateur, afin que ce dernier soit l'acteur principal de sa rééducation. Ce deuxième point est intéressant pour éviter la dépendance du patient et de renforcer sa future autonomie en cas d'atteinte ultérieure de même type.

Pour commencer, trois articles abordant le thème des étirements au sein de la FP ont été trouvés. Le premier, écrit par **Pinrattana et al**, a étudié une population masculine algique non chronique. L'analyse des résultats a démontré une réduction moyenne significative de 5,14 (1,81) points sur 10 sur l'échelle de l'EVA, une semaine après le traitement la fin du protocole de soin.

Les deux articles suivants ont étudié une population algique chronique. D'une part l'étude de **Molund et al** a démontré une diminution moyenne significative de la douleur de 0,2 points, 3 mois après le commencement du protocole. Cependant, une recrudescence significative de 0,3 points en moyenne, a eu lieu 12 mois après le début du protocole. D'autre part, l'étude de **Pisirici et al** a montré une diminution moyenne significative statistiquement de 2,7 (1,76) points sur le score de l'EVA à l'activité, lors de la mesure effectuée à la fin du protocole.

Pour le traitement de la FP par le renforcement musculaire, une seule étude a été trouvée. Dans celle-ci, **Thong-On et al** ont étudié une population non algique chronique. Ils ont observé une diminution moyenne significative 2,06 (1,76) points sur le score de l'EVA concernant la plus intense douleur ressentie dans les 24 dernières heures, et ce après 12 semaines.

Pour finir, deux articles s'intéressant à la thérapie par ODCe radiales ont été étudiés. Le premier par **Asheghan et al** s'est intéressé à une population souffrant de douleurs chroniques. Il a montré une réduction moyenne de 3,15 (0,95) points sur 10 du score de l'EVA, non significative, à la fin des 6 semaines de protocole. Le second article, réalisé par **Yeliz Bahar-Ozdemir et Tugba Atan**, a montré des résultats significatifs sur une population non algique chronique. Une diminution moyenne de 2,27 (2,6) points sur 10 de l'EVA a été obtenue des suites du programme thérapeutique de 5 semaines.

5.1.1. Effet clinique antalgique des protocoles d'étirements dans la thérapie

On relève, statistiquement et cliniquement, une diminution moyenne des douleurs liées à la FP chez les patients ayant effectué un PE comme traitement de cette pathologie. L'effet le plus important des étirements semble être à très court terme, comme l'indique la forte diminution moyenne enregistrée par Pinrattana et ses collègues. L'intérêt clinique de cette mesure est accru par l'écart-type faible des valeurs apportées. Cela permet d'être optimiste quant au fait que les patients masculins seront en grande partie répondeurs au PE, dans la prise en charge antalgique de cette pathologie. Cette valeur mérite d'être appréciée précautionneusement vis-à-vis de la population de cette étude et du faible échantillon présent. La diminution de ces douleurs à court terme est accompagnée d'une réduction des douleurs à moyen et long terme dans l'étude de **Pisirici et al**.

Cet effet antalgique des étirements semble être confirmé chez les patients douloureux chroniques. La diminution moyenne est cliniquement intéressante de par sa valeur supérieure à 1,3 cm. Cependant, on note un large écart-type, indiquant une réponse variable au sein de l'échantillon testé. Ce fait est important à prendre en compte pour le thérapeute s'orientant vers une prise en charge comportant un PE. L'étude menée par **Molund et al** souligne cette disparité de réponses. Enfin, cette dernière étude permet de mettre en garde le thérapeute en nous montrant les résultats non cliniquement pertinents de ce traitement, apporté à un patient l'ayant déjà expérimenté par le passé sans en percevoir les bénéfices.

En confrontant les résultats de cette étude avec ceux observés dans la méta-analyse **de Siriphorn et al**, l'étude menée présentement vient appuyer les résultats observés dans de la méta-analyse. L'effet des étirements se confirme sur l'aspect algique de la maladie notamment à très court et court terme. Cependant, cette nouvelle étude apporte des informations complémentaires concernant les patients douloureux chroniques. En effet, il sera important dans le choix des outils thérapeutiques de noter que l'effet semble supérieur chez les populations non algiques chroniques. Le second point de divergence entre les deux études est que Siriphorn et ses collègues se concentrent sur l'étirement du fascia plantaire et/ou celui du mollet, sans différencier les chefs musculaires y prenant place. Or, dans notre étude, la plus grande diminution de la douleur est constatée au sein du protocole comprenant le plus grand nombre de manœuvres à effectuer. Elles comptent l'étirement du fascia plantaire, des muscles fibulaires, des gastrocnémiens, des ischio-jambiers, et enfin de la chaîne postérieure. Il est notable dans ce protocole que chaque articulation du membre inférieur d'où proviennent les multiples insertions de l'aponévrose plantaire est mobilisée. De ce fait, le tissu conjonctif se

retrouve mobilisé dans son ensemble. De plus, la majorité des muscles s'insérant dans les mêmes zones que le fascia plantaire sont étirés.

Il serait intéressant à l'avenir, de comparer différents PE comprenant des structures de la jambe et/ou de la cuisse afin d'évaluer par exemple l'impact de l'étirement des ischio-jambier dans la prise en charge antalgique des douleurs provenant de la FP. De plus, l'étirement de la chaîne postérieure est décrit dans une position induisant une mise en tension de structures nerveuses, prenant peut-être aussi place dans la symptomatologie de cette pathologie.

5.1.2. Effet cliniques antalgique de la thérapie via un protocole de renforcement musculaire

L'analyse de l'unique nouvel article révèle que le renforcement musculaire joue un rôle antalgique dans la prise en charge de la FP. Les résultats sont supérieurs à la valeur clinique minimale intéressante. Cliniquement, cela ajoute un outil aux thérapeutes dans la gestion de cette facette de la maladie. Le fait est que ces résultats sont collectés sur une population dans une situation pragmatique, où le MK leur montre les exercices à réaliser, vérifie qu'ils soient bien appréhendés, puis donne un livret les représentant pour s'assurer des bonnes pratiques. On a donc un protocole réalisé en semi-autonomie, révélant tout de même un effet bénéfique pour les patients. Cependant, les preuves amenées par cet article sont de bas niveau du fait du protocole sous-jacent à celui du renforcement musculaire. Il implique un biais de traitement, ne nous permettant pas d'identifier clairement la cause de la diminution de la douleur. Les informations ainsi extraites semblent peu fiables.

Lors de l'analyse de la littérature déjà existante, **Latey et al** ont décrit un lien entre la faiblesse les muscles intrinsèques du pied et les pathologies douloureuses de ce dernier telle que la FP. Ce fait semble être appuyé dans notre étude, par l'observation d'une réduction de la douleur moyenne via un programme de renforcement comprenant notamment les muscles intrinsèques du pied.

La méta-analyse de référence analysant les effets du renforcement musculaire sur la symptomatologie de la FP n'aborde la douleur que via la mesure du « *foot function index* » (FFI). Il est donc impossible de comparer les valeurs obtenues ici avec les valeurs communiquées en son sein.

Le traitement conservateur sous-jacent entraine un biais dans notre étude, mais peut aussi être comparé aux données extraites de la méta analyse de **Huffer et al**, qui mentionne le renforcement musculaire comme accélérant la réduction de la douleur, accompagné d'un second protocole de soin.

Tout en sachant que l'activité physique a fait ses preuves en tant que méthode antalgique, il est difficile d'identifier si cette dernière est à l'origine des résultats enregistrés via son action systémique ou via ses effets sur le tissu musculaire.
A l'avenir, il serait intéressant d'étudier si les bienfaits enregistrés proviennent bien des effets du renforcement musculaire en mesurant ce dernier par des critères objectifs, sur le tissu musculaire. Enfin, le protocole de **Thong-on et al** comprend un renforcement des fléchisseurs des orteils, du triceps sural ainsi que des inverseurs et éverseurs du pied. Ce protocole est non spécifique des muscles intrinsèques du pied. Il serait donc intéressant à l'avenir de confronter un protocole de renforcement des muscles intrinsèques à un protocole des muscles extrinsèques du pied.

5.1.3. Effet clinique de la thérapie par un protocole d'ondes de choc extracorporelles

Cette étude montre que la thérapie par ODCe semble avoir un impact dans la gestion de la douleur chez les patients atteint de FP. Ce fait est démontré cliniquement par la diminution de 3,15 (0,95) points de douleur sur le score EVA chez les patients, ainsi que de la diminution de 2,27 (2,6) chez les patients chroniques. Cependant, au regard des écart-types, il semble que le traitement effectué chez les personnes douloureuses chroniques ait une dispersion de réponses plus importante. En effet, il apparait sur le « *forest plot* » un écart-type bien plus grand. Le thérapeute peut donc se fier à l'utilisation à visée antalgique de la thérapie par ODCe. Seulement, il doit se montrer prudent quant à son utilisation chez les douloureux chroniques, où les effets constatés sont plus variables. Une seconde différence entre les deux protocoles pourrait aussi être responsable de ces différences de résultats. La durée des protocoles est différente. L'étude de **Yeliz-bahar ozdemir et al** comprend 5 semaines de traitement au sein desquelles prennent place une séance de thérapie. Celle de **Asheghan et al** comprend 3 séances de thérapies par ondes de choc et la première mesure post-traitement est 3 semaines après la fin du traitement. La fréquence, l'énergie et le nombre de chocs sont plus importants dans les séances de **Yeliz-bahar ozdemir et al**. On peut penser que la diminution du score de la douleur n'est pas proportionnelle au nombre de chocs reçus.
Lors de l'analyse de la littérature préexistante, on remarque que 9 études recensées au sein de la méta-analyse de **Melese et al**, révèlent que ces dernières sont cliniquement pertinentes dans la gestion de la douleur de la pathologie étudiée (49). 2 mentionnent un effet nul de la thérapie par ODCe. Les limites de cette étude sont l'identification du nombre ainsi que du dosage des chocs nécessaires ainsi que leur intensité. A l'avenir, il serait intéressant de comparer les

différents protocoles de traitement par ODCe, pour identifier celui le plus à même de soulager la douleur des patients. Les paramètres à identifier seraient ceux à rentrer dans l'outil (fréquence, nombre de chocs, intensité), ainsi que la durée du traitement et sa récurrence hebdomadaire.

5.2. Confrontation des traitements

Des suites de la collecte et de l'analyse des résultats enregistrés au sein de cette revue systématique de la littérature, aucune donnée ne semble confirmer ou infirmer une supériorité du traitement par ODCe versus les traitements effectués en autonomie par les patients. Il semble que tous les protocoles de traitements ont obtenu de meilleurs résultats chez les patients non douloureux chroniques. Ce fait peut être expliqué par la nature plurifactorielle développée dans la symptomatologie algique des patients douloureux chroniques (59). Les PR paraissent être une plus-value dans l'accompagnement d'autres thérapies pour faciliter la diminution du score EVA. Les thérapies par ODCe et par PE semblent indiquées dans la gestion des douleurs. Les résultats des études sur les PE sont tempérés par l'étude de **Molund et al**, concernant leur efficacité sur une population algique chronique, ayant déjà été traité par un traitement conservateur. Cette étude permet de confirmé notre hypothèse alternative, de part l'absence de différences significatives dans les résultats observés quant aux traitements antalgiques menés.

Concernant l'aspect coût/efficacité, les protocoles d'ODCe et les PE ne montrent pas de supériorité l'un par rapport à l'autre du côté antalgie. Le coût d'un PE est inférieur à celui de l'investissement représenté par l'achat du matériel nécessaire au traitement par ODCe. Nous relevons donc un rapport penchant vers les PE.

Evaluons l'aspect bénéfices/risques, le traitement par ODCe présente des effets indésirables identifiables à travers la littérature. Les principaux effets secondaires rapportés lors de l'étude (44) sont des douleurs pendant le traitement ainsi que des rougeurs superficielles (11,6% sur les 2105 patients inclues). D'autres effets secondaires tels des sensations d'élancements après les séances, des dysesthésies, des gonflements ou encore des ecchymoses sont mentionnées par 1,71% des patients présents dans l'étude. Bien que 1 patient sur 5 environ présente des effets secondaires, la majorité de ces derniers n'ont pas d'incidence thérapeutique ou clinique. Le principal effet indésirable est la douleur lors de l'application du traitement. Quand on observe les PEs administrés par un thérapeute, les risques semblent être moindres. En effet, dans un traitement où le patient est informé et guidé, il semble être en mesure d'autogérer les contraintes exercées sur les structures étirées. Ainsi, il est maître des stimulus douloureux lui parvenant.

Les bénéfices antalgiques semblent être égaux dans ces deux traitements. La balance des risques penche légèrement en faveur du PE.
En terme de coût, d'efficacité, et de gestion des risques, le traitement par PE semble plus indiqué dans la prise en charge des algies présentées par les patients souffrant de FP. Toutefois, la combinaison de traitement n'ayant pas été évaluée dans cette revue, il ne faut pas laisser de côté les thérapies alliant différents outils. De plus, la pratique du thérapeute se devra d'être en accord avec le projet thérapeutique et les convictions du patient.

5.3. Limites

5.3.1. Limites des articles :

5.3.1.1. Population

Les personnes incluses dans les articles prenant place dans cette revue étaient similaires sur certains points. Le premier était l'atteinte ainsi que les critères diagnostics. Un second était la présence d'une douleur lors des premiers pas de la journée. La population de ces études ne présentait, en moyenne, aucune personne dépassant le seuil d'obésité. De plus les « *body mass index* » étaient compris entre 23 et 30 kg/m². Pour finir, chaque étude comptait des personnes souffrant unilatéralement comme bilatéralement.
Cependant, les populations des études différaient sur des critères intrinsèques, tel le genre et l'âge des personnes inclues. Dans l'étude de **Pinrattana et al**, on ne trouve que des hommes. Dans celle de **Molund et al**, on trouve 77,5% de femmes. De plus, nous retrouvions une moyenne d'âge de 23 ans dans l'étude de **Pinratanna et al**, quand les autres études se situaient vers un âge moyen de 40 à 50 ans. Ces différents facteurs ont été recensés au sein des facteurs de risques et présentaient donc un intérêt quant à l'interprétation des résultats.
Les critères de sélection des participants au sein des études différaient par l'état de santé des patients. Dans les études (55,56,60), les participants ont développé une symptomatologie chronique, que nous ne retrouvions pas dans les études (57,58,61). De plus, aucun détail n'est transmis sur le niveau d'activité moyen, bien que ce soit un des facteurs de risque à prendre en compte dans cette pathologie.

5.3.1.2. Intervention

Le fait d'avoir des interventions ayant une durée différente a rendu les biais de résultats plus important. Ce paramètre est important car la vascularisation pauvre de la structure touchée entraîne un long délai de cicatrisation.

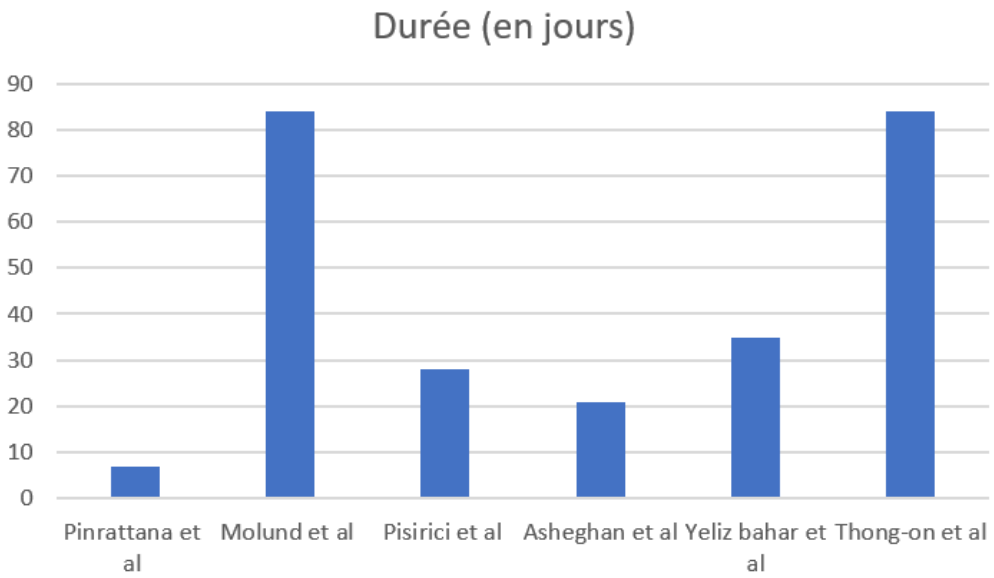

Figure 8 : Diagramme en barre récapitulatif des durées de chaque protocole (Antonin Lucas, 2023)

De plus, il était utilisé au sein des études s'attachant aux thérapies par ODCe des programmes différents, présentant des résultats différents. Les PE étaient eux aussi différents selon les études. Nous retrouvions souvent le triceps sural ainsi que le fascia plantaire et les ischio-jambiers inclues, mais l'étude de **Molund et al** n'a pas choisi d'inclure ces derniers. Outre les groupes musculaires ciblés, les modalités d'étirements différaient aussi selon les études. Enfin, le fait d'avoir un traitement par thérapie manuelle et ultra-sons au début du protocole de **Thong-on-et al** représentait un gros biais dans l'interprétation des résultats.

Pour finir, une différence dans l'éducation des patients était présente à travers les études. En effet, on relevait dans les études de **Molund et al** ainsi que celle de **Pisirici et al** que ces derniers éduquaient leurs patients quant à la pathologie qu'ils affrontaient. Ce point peut potentiellement avoir une influence sur les résultats extraits.

5.3.1.3. Centre d'intérêt

L'évaluation par l'EVA a été choisie dans un but pragmatique, car la douleur est souvent facteur d'incapacités chez les patients atteint de cette pathologie. La limite dans son utilisation comme critère d'intérêt résidait dans l'outils de mesure. L'EVA est utilisée dans toutes les études via

une règle de 10 cm graduée, sauf dans une où nous retrouvons un score à points (58). Dans la mesure de cette dernière, nous retrouvions des différences entre les articles, comme dans la temporalité de la mesure, mais aussi dans le type de douleur mesurée. Dans l'étude de **Pinratanna et al** et de **Yelis Bahar**, la douleur à laquelle se rapportait l'EVA n'a pas été mentionnée.

5.3.2. Limites de la méthodologie :

Lors de l'analyse des résultats, certains articles sélectionnés ne communiquaient pas les déviations standards (SD) de la différence entre la moyenne des valeurs relevées au début du traitement (T0) et à la fin du traitement (T1). Pour la calculer, il nous fallait la valeur de « r », symbolisant la corrélation entre la valeur de base et la valeur finale, mais aucun article ne la communiquait. Pour tout de même calculer la valeur de SD (T0-T1), il a été choisi d'attribuer la valeur de 0,7 à « r » afin de fournir une estimation de la valeur (62)(63).

Le biais d'évaluation dépend du fait que les sujets, les thérapeutes et les évaluateurs soient aveugles ou non. Ceci constitue donc un critère important à examiner afin d'analyser les données de façon pertinente. Les trois types d'aveugles décris dans la grille PEDro concernent en premier lieu le patient. Il ne doit pas savoir dans quel groupe il se trouve, ni quel traitement il reçoit. C'est le cas pour la majorité de nos études, exceptée celle conduite par Molund et al où cela est impossible du fait de la nature du second traitement.

Tableau V. Résumé du type de mise en aveugle de chacun des articles.

Articles / Types d'aveugle	Pinrattana et al	Molund et al	Pisirici et al	Asheghan et al	Yeliz Bahar et al	Thong-on et al
Patients aveugles	Oui	Non	Oui	Oui	Oui	Oui
Thérapeute aveugles	Oui	Non	Non	Oui	Non	Oui
Examinateur aveugle	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non

Voici les limites à la réalisation du « *forest plot* » : les sous-groupes sont déséquilibrés par la présence de facteurs pronostics différents au sein des populations choisies. Dans l'étude de **Molund et al**, les facteurs de risques présentés par le sexe sont bien plus importants que dans l'étude de **Pinrattana et al**, et ce fait peut avoir un impact sur les résultats obtenus après le traitement.

Le critère d'intérêt au sein de cette étude était la douleur, mesurée par l'EVA. La littérature indique un seuil de différence minimale clinique à 13 (10 ; 17) mm (64). Il est aussi décrit que l'intensité de la douleur n'impacte pas cette valeur (65). De plus, cet outil de mesure présente une bonne fiabilité test-retest et permet donc d'avoir des valeurs cohérentes entre les mesures effectuées avant et après traitement. Enfin, sa validité, sa réactivité et son interprétabilité en font un outil de mesure intéressant pour obtenir des valeurs cliniquement pertinentes et pragmatiques.

Dans de futurs études, il serait intéressant d'évaluer ces différents traitements à travers un prisme plus large recouvrant la fonction du pied, la qualité de vie du patient par exemple.

5.3.3. Limites de la revue de la littérature :

Dans cet écrit, sont recensés les articles pertinents présent au sein des bases de données PEDro, PUBMED et ScienceDirect. Ceci est une liste non exhaustive de toutes les bases de données. Ainsi, nous ne disposons pas de tous les articles qui auraient pu nous aider à répondre à notre problématique. Nos équations ont été créées afin de réaliser des recherches sur Pubmed. Nos recherches suivantes, effectuées sur les autres bases de données, ont été construites à l'aide des mots clés utilisés dans l'équation principale. Ayant déjà reçu des enseignements au cours de notre formation sur ces bases de données, nous nous sommes limités à celles-ci.

6. Perspectives en pratique clinique

Ce travail nous a permis en premier lieu de nous initier à la recherche scientifique et de développer notre esprit critique vis-à-vis des lectures rencontrées sur tous types de bases de données. Cet apprentissage est tout indiqué dans une profession comme la nôtre, où les bonnes pratiques évoluent sans cesse. Afin présenter les stratégies thérapeutiques les plus adaptées à nos patients, il est de notre devoir de rester à jour quant aux dernières recommandations. Dans la même optique, le quotidien nous apportera des situations inédites, des patients non répondant à nos traitements, ou encore des patients présentant des pathologies non rencontrées dans notre pratique. Nous nous devons d'être capable de nous renseigner afin de proposer un soin adapté à chaque situation.

Quand, dans le futur, nous serons amenés à prendre en charge un patient présentant une FP, il sera de mise d'utiliser en premier lieu des outils permettant au patient d'être impliqué dans sa prise en charge, comme les étirements ou le renforcement. Ainsi, le traitement ne sera pas lié à un outil du MK, mais à des techniques que le patient peut effectuer en autonomie. Cependant, si ces premiers outils ne fonctionnent pas, nous garderons à l'esprit les résultats similaires de la thérapie par ODCe et son utilité dans la prise en charge antalgique de cette pathologie. Ainsi, que nous soyons ou non équipés du dispositif permettant d'appliquer ces dernières, nous serons en mesure de proposer un projet de soin antalgique au patient. Enfin, nous n'oublierons pas les nombreux autres moyens thérapeutiques du corps médical, entrevues au cours de ce travail, pouvant être une alternative quand les stratégies thérapeutiques du praticien n'ont pas obtenu de résultats satisfaisants.

Ce travail a aussi permis de mettre en lumière les pratiques disponibles dans d'autres structures que dans un cabinet libéral. En effet, nous ne serons pas tous amenés à travailler uniquement au sein de cabinet libéraux munis du matériel à ODCe. Ce travail nous permet de mettre en valeur des outils thérapeutiques utilisables à domicile, comme en structure ou dans un cabinet libéral.

7. Conclusion

Dans la prise en charge de la fasciite plantaire, on trouve un arsenal thérapeutique important. La littérature nous oriente dans de multiples directions, vers un projet de soin médical ou paramédical. A son niveau, le MK dispose lui-même d'un certain nombre d'outils. Certains mènent à une rééducation active, où le patient est acteur de sa prise en charge. D'autres où le patient est plus passif, donc en partie dépendant du thérapeute pour effectuer ses soins.

Cette étude a pour but de déterminer l'intérêt d'un investissement financier de la part d'un kinésithérapeute dans la technologie lui permettant, par la suite, d'effectuer un traitement par protocoles d'ODCe. Pour déterminer si oui ou non cette investissement est nécessaire au traitement des symptômes douloureux de patients atteint de FP, une revue de la littérature a été réalisée. Interrogeant les bases de données Pubmed, PEDro et ScienceDirect, les articles répondant à nos critères d'inclusions ont été sélectionnés. Dans ces derniers, nous n'avons extrait que les données utiles à la réalisation de la comparaison souhaitée. Ainsi, les résultats des comparaisons inter-groupe menées par les différents auteurs n'ont pas été pris en compte. Les données collectées sur le traitement par PE, par PR et enfin par protocole d'ODCe sont reportées dans notre étude. Elles correspondent aux scores moyens EVA relevés après le traitement. Ensuite, une comparaison des scores moyens EVA a été effectuée.

Aucune différence significative entre les 3 traitements étudiés n'a été relevée. On retrouve cependant des différences de valeurs des écart-types, nous renseignant sur le fait que les traitements évalués semblent induire des effets bénéfiques plus variables sur une population souffrant de FP avec des symptômes chroniques.

Cette étude, à prendre dans son ensemble, tend à montrer qu'il n'est pas indispensable d'investir dans une technologie à même de fournir un protocole par ODCe pour la prise en charge antalgique d'un patient atteint de FP. Il serait plus pertinent économiquement de commencer par effectuer un PE notamment, afin de réduire les sensations douloureuses du patient. Cependant, le traitement par ODCe et les PE présentent des vertus antalgiques similaires. Si le praticien est équipé du matériel nécessaire, il doit être en capacité de choisir entre les deux moyens thérapeutiques, notamment en fonction des croyances du patient ainsi que de la situation clinique précise. A l'avenir, il serait intéressant d'évaluer des protocoles de traitements proposant une alliance entre plusieurs techniques différentes, afin de comparer leurs effets vis-à-vis d'un protocole seul.

Bibliographie :

1. Irving DB, Cook JL, Young MA, Menz HB. Impact of Chronic Plantar Heel Pain on Health-Related Quality of Life. J Am Podiatr Med Assoc. 1 juill 2008;98(4):283-9.
2. Lopes AD, Hespanhol LC, Yeung SS, Costa LOP. What are the Main Running-Related Musculoskeletal Injuries? Sports Med. 1 oct 2012;42(10):891-905.
3. López-López D, Pérez-Ríos M, Ruano-Ravina A, Losa-Iglesias ME, Becerro-de-Bengoa-Vallejo R, Romero-Morales C, et al. Impact of quality of life related to foot problems: a case–control study. Sci Rep. 15 juill 2021;11(1):14515.
4. Palomo-López P, Becerro-de-Bengoa-Vallejo R, Losa-Iglesias ME, Rodríguez-Sanz D, Calvo-Lobo C, López-López D. Impact of plantar fasciitis on the quality of life of male and female patients according to the Foot Health Status Questionnaire. J Pain Res. 2018;11:875-80.
5. McPoil TG, Martin RL, Cornwall MW, Wukich DK, Irrgang JJ, Godges JJ. Heel pain--plantar fasciitis: clinical practice guildelines linked to the international classification of function, disability, and health from the orthopaedic section of the American Physical Therapy Association. J Orthop Sports Phys Ther. avr 2008;38(4):A1-18.
6. Grecco MV, Brech GC, Greve JMD. One-year treatment follow-up of plantar fasciitis: radial shockwaves *vs.* conventional physiotherapy. Clinics. 2013;68:1089-95.
7. Tous les appareils à Ondes de choc pour le Kinésithérapeute ! [Internet]. [cité 19 avr 2023]. Disponible sur: https://www.physiotherapie.com/physiotherapie/ondes-de-choc.html
8. Hicks JH. The mechanics of the foot. II. The plantar aponeurosis and the arch. J Anat. janv 1954;88(1):25-30.
9. McKeon PO, Fourchet F. Freeing the foot: integrating the foot core system into rehabilitation for lower extremity injuries. Clin Sports Med. avr 2015;34(2):347-61.
10. Shirley S. Movement System Impairment Syndromes of the Extremities, Cervical and Thoracic Spines - 1st Edition [Internet]. [cité 10 mars 2023]. Disponible sur: https://www.elsevier.com/books/movement-system-impairment-syndromes-of-the-extremities-cervical-and-thoracic-spines/978-0-323-05342-6
11. 8_APONEVROSITE_PLANTAIRE_VF.pdf [Internet]. [cité 5 févr 2023]. Disponible sur: https://www.sofcot.fr/sites/www.sofcot.fr/files/medias/documents/8_APONEVROSITE_PLANTAIRE_VF.pdf

12. Riddle DL, Pulisic M, Sparrow K. Impact of demographic and impairment-related variables on disability associated with plantar fasciitis. Foot Ankle Int. mai 2004;25(5):311-7.
13. Hamstra-Wright KL, Huxel Bliven KC, Bay RC, Aydemir B. Risk Factors for Plantar Fasciitis in Physically Active Individuals: A Systematic Review and Meta-analysis. Sports Health. 2021;13(3):296-303.
14. Werner RA, Gell N, Hartigan A, Wiggerman N, Keyserling WM. Risk factors for plantar fasciitis among assembly plant workers. PM R. févr 2010;2(2):110-6; quiz 1 p following 167.
15. Cardenuto Ferreira R. Talalgia: plantar fasciitis. Rev Bras Ortop. 27 mars 2014;49(3):213-7.
16. Landry M. Brukner & Khan's Clinical Sports Medicine. Physiother Can. 2014;66(1):109-10.
17. Landorf KB, Keenan AM, Herbert RD. Effectiveness of foot orthoses to treat plantar fasciitis: a randomized trial. Arch Intern Med. 26 juin 2006;166(12):1305-10.
18. Almubarak A, Foster N. Exercise Therapy for Plantar Heel Pain: A Systematic Review. Int J Exerc Sci [Internet]. 10 juill 2012;5(3). Disponible sur: https://digitalcommons.wku.edu/ijes/vol5/iss3/9
19. De Garceau D, Dean D, Requejo SM, Thordarson DB. The association between diagnosis of plantar fasciitis and Windlass test results. Foot Ankle Int. mars 2003;24(3):251-5.
20. Buchanan BK, Kushner D. Plantar Fasciitis. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022 [cité 19 févr 2023]. Disponible sur: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK431073/
21. Schwartz EN, Su J. Plantar Fasciitis: A Concise Review. Perm J. 2014;18(1):e105-7.
22. Buchbinder R. Clinical practice. Plantar fasciitis. N Engl J Med. 20 mai 2004;350(21):2159-66.
23. Injected corticosteroids for treating plantar heel pain in adults - David, JA - 2017 | Cochrane Library [Internet]. [cité 5 févr 2023]. Disponible sur: https://www.cochranelibrary.com/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD009348.pub2/full
24. Vannini F, Di Matteo B, Filardo G, Kon E, Marcacci M, Giannini S. Platelet-rich plasma for foot and ankle pathologies: A systematic review. Foot Ankle Surg. 1 mars 2014;20(1):2-9.
25. Sy L, P M, J H. Does the use of orthoses improve self-reported pain and function measures in patients with plantar fasciitis? A meta-analysis. Phys Ther Sport Off J Assoc

Chart Physiother Sports Med [Internet]. févr 2009 [cité 5 févr 2023];10(1). Disponible sur: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19218074/

26. Sun J, Gao F, Wang Y, Sun W, Jiang B, Li Z. Extracorporeal shock wave therapy is effective in treating chronic plantar fasciitis: A meta-analysis of RCTs. Medicine (Baltimore). avr 2017;96(15):e6621.
27. Siriphorn A, Eksakulkla S. Calf stretching and plantar fascia-specific stretching for plantar fasciitis: A systematic review and meta-analysis. J Bodyw Mov Ther. oct 2020;24(4):222-32.
28. Huffer D, Hing W, Newton R, Clair M. Strength training for plantar fasciitis and the intrinsic foot musculature: A systematic review. Phys Ther Sport Off J Assoc Chart Physiother Sports Med. mars 2017;24:44-52.
29. Manipulative Therapy for Lower Extremity Conditions: Update of a Literature Review - Journal of Manipulative & Physiological Therapeutics [Internet]. [cité 5 févr 2023]. Disponible sur: https://www.jmptonline.org/article/S0161-4754(12)00004-8/fulltext
30. Les etirements musculaires analytiques manuels - H Neiger, P Gosselin - Maloine - Grand format - Le Hall du Livre NANCY [Internet]. [cité 21 avr 2023]. Disponible sur: https://halldulivre.com/livre/9782224025694-les-etirements-musculaires-analytiques-manuels-h-neiger-p-gosselin/
31. mbiance. Le fonctionnement des différents types d'étirements | Izaak Lavarenne, Masso-Kiné [Internet]. Compagnie nom. [cité 28 févr 2023]. Disponible sur: https://cliniquealtermed.com/fr/article/130/le-fonctionnement-des-differents-types-d-etirements-izaak-lavarenne-masso-kine
32. Behm DG, Blazevich AJ, Kay AD, McHugh M. Acute effects of muscle stretching on physical performance, range of motion, and injury incidence in healthy active individuals: a systematic review. Appl Physiol Nutr Metab Physiol Appl Nutr Metab. janv 2016;41(1):1-11.
33. DUFOUR PX. Effet du contracté-relâché en facilitation neuromusculaire | Institut de Thérapie Manuelle et de Physiothérapie [Internet]. 2019 [cité 28 févr 2023]. Disponible sur: https://www.itmp.fr/effet-du-contracte-relache-en-facilitation-neuromusculaire/
34. étirement balistique [Internet]. [cité 28 févr 2023]. Disponible sur: https://vitrinelinguistique.oqlf.gouv.qc.ca/fiche-gdt/fiche/26503334/etirement-balistique
35. Kamonseki DH, Gonçalves GA, Yi LC, Júnior IL. Effect of stretching with and without muscle strengthening exercises for the foot and hip in patients with plantar fasciitis: A randomized controlled single-blind clinical trial. Man Ther. juin 2016;23:76-82.

36. Rodriguez-Ayllon M, Cadenas-Sánchez C, Estévez-López F, Muñoz NE, Mora-Gonzalez J, Migueles JH, et al. Role of Physical Activity and Sedentary Behavior in the Mental Health of Preschoolers, Children and Adolescents: A Systematic Review and Meta-Analysis. Sports Med Auckl NZ. sept 2019;49(9):1383-410.
37. Ekelund U, Tarp J, Steene-Johannessen J, Hansen BH, Jefferis B, Fagerland MW, et al. Dose-response associations between accelerometry measured physical activity and sedentary time and all cause mortality: systematic review and harmonised meta-analysis. BMJ. 21 août 2019;366:l4570.
38. MARTY V. Muscle carré plantaire [Internet]. PhysioStudent. [cité 15 mars 2023]. Disponible sur: https://www.physiostudent.fr/cours/themes/myologie-du-membre-inferieur-4/muscle-carre-plantaire-63
39. floucartoon. Onde de Choc Kinésithérapie - Pôle Equilibre&Santé de Moselle [Internet]. Pôle Equilibre&Santé de Yutz - Thionville. [cité 1 mars 2023]. Disponible sur: https://pes-moselle.fr/yutz/onde-de-choc-kinesitherapie/
40. Wang CJ, Wang FS, Yang KD, Weng LH, Hsu CC, Huang CS, et al. Shock wave therapy induces neovascularization at the tendon-bone junction. A study in rabbits. J Orthop Res Off Publ Orthop Res Soc. nov 2003;21(6):984-9.
41. Ko NY, Chang CN, Cheng CH, Yu HK, Hu GC. Comparative Effectiveness of Focused Extracorporeal versus Radial Extracorporeal Shockwave Therapy for Knee Osteoarthritis—Randomized Controlled Study. Int J Environ Res Public Health. 24 juill 2022;19(15):9001.
42. Chen YJ, Wang CJ, Yang KD, Kuo YR, Huang HC, Huang YT, et al. Extracorporeal shock waves promote healing of collagenase-induced Achilles tendinitis and increase TGF-beta1 and IGF-I expression. J Orthop Res Off Publ Orthop Res Soc. juill 2004;22(4):854-61.
43. Chevutschi A, Legrand C, Thevenon A. Les ondes de choc en pratique courante. Kinésithérapie Rev. oct 2010;10(106):18-21.
44. Roerdink RL, Dietvorst M, van der Zwaard B, van der Worp H, Zwerver J. Complications of extracorporeal shockwave therapy in plantar fasciitis: Systematic review. Int J Surg Lond Engl. oct 2017;46:133-45.
45. ondes de choc [Internet]. [cité 1 mars 2023]. Disponible sur: http://www.nantes-mpr.com/autres_rubriques/ondes_de_choc.htm
46. Intérêt des Ondes de Choc Radiales dans le traitement des aponévrosites plantaires [Internet]. Chattanooga France. 2020 [cité 2 mars 2023]. Disponible sur:

https://www.chattanoogarehab.com/fr/blog/interet-des-ondes-de-choc-radiales-dans-le-traitement-des-aponevrosites-plantaires/

47. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. BMJ. 29 mars 2021;n71.
48. Alghadir AH, Anwer S, Iqbal A, Iqbal ZA. Test–retest reliability, validity, and minimum detectable change of visual analog, numerical rating, and verbal rating scales for measurement of osteoarthritic knee pain. J Pain Res. 26 avr 2018;11:851-6.
49. Melese H, Alamer A, Getie K, Nigussie F, Ayhualem S. Extracorporeal shock wave therapy on pain and foot functions in subjects with chronic plantar fasciitis: systematic review of randomized controlled trials. Disabil Rehabil. sept 2022;44(18):5007-14.
50. 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.
51. Statistiques de PEDro - PEDro [Internet]. 2012 [cité 23 mars 2023]. Disponible sur: https://pedro.org.au/french/learn/pedro-statistics/
52. Maher CG, Sherrington C, Herbert RD, Moseley AM, Elkins M. Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. Phys Ther. août 2003;83(8):713-21.
53. PRISMA_2020_flow_diagram_new_SRs_v1.docx [Internet]. [cité 23 avr 2023]. Disponible sur: https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=http%3A%2F%2Fwww.prisma-statement.org%2Fdocuments%2FPRISMA_2020_flow_diagram_new_SRs_v1.docx&wdOrigin=BROWSELINK&fbclid=IwAR2cGxD9JdCN_8SMse3fU9IyL5kHwQPZ2Nau0KJsdosCqLpbH3b-S3paPLs
54. Lai WF, Yoon CH, Chiang MT, Hong YH, Chen HC, Song W, et al. The effectiveness of dextrose prolotherapy in plantar fasciitis: A systemic review and meta-analysis. Medicine (Baltimore). 23 déc 2021;100(51):e28216.
55. Bahar-Ozdemir Y, Atan T. Effects of adjuvant low-dye Kinesio taping, adjuvant sham taping, or extracorporeal shockwave therapy alone in plantar fasciitis: A randomised double-blind controlled trial. Int J Clin Pract. mai 2021;75(5):e13993.
56. Pisirici P, Cil ET, Coskunsu DK, Saylı U, Subasi F. Extracorporeal Shockwave Therapy Versus Graston Instrument-Assisted Soft-Tissue Mobilization in Chronic Plantar Heel Pain: A Randomized Controlled Trial. J Am Podiatr Med Assoc. 2022;112(6):21-036.

57. Pinrattana S, Kanlayanaphotporn R, Pensri P. Immediate and short-term effects of kinesiotaping and lower extremity stretching on pain and disability in individuals with plantar fasciitis: a pilot randomized, controlled trial. Physiother Theory Pract. nov 2022;38(13):2483-94.
58. Asheghan M, Hashemi SE, Hollisaz MT, Roumizade P, Hosseini SM, Ghanjal A. Dextrose prolotherapy versus radial extracorporeal shock wave therapy in the treatment of chronic plantar fasciitis: A randomized, controlled clinical trial. Foot Ankle Surg Off J Eur Soc Foot Ankle Surg. août 2021;27(6):643-9.
59. Malfliet A, Coppieters I, Van Wilgen P, Kregel J, De Pauw R, Dolphens M, et al. Brain changes associated with cognitive and emotional factors in chronic pain: A systematic review. Eur J Pain Lond Engl. mai 2017;21(5):769-86.
60. Molund M, Husebye EE, Hellesnes J, Nilsen F, Hvaal K. Proximal Medial Gastrocnemius Recession and Stretching Versus Stretching as Treatment of Chronic Plantar Heel Pain. Foot Ankle Int. déc 2018;39(12):1423-31.
61. Thong-On S, Bovonsunthonchai S, Vachalathiti R, Intiravoranont W, Suwannarat S, Smith R. Effects of Strengthening and Stretching Exercises on the Temporospatial Gait Parameters in Patients With Plantar Fasciitis: A Randomized Controlled Trial. Ann Rehabil Med. 31 déc 2019;43(6):662-76.
62. Borenstein M, éditeur. Introduction to meta-analysis. Chichester, U.K: John Wiley & Sons; 2009. 421 p.
63. Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions [Internet]. [cité 6 avr 2023]. Disponible sur: https://handbook-5-1.cochrane.org/
64. Todd KH. Clinical versus statistical significance in the assessment of pain relief. Ann Emerg Med. avr 1996;27(4):439-41.
65. Kelly AM. The minimum clinically significant diVerence in visual analogue scale pain score does not diVer with severity of pain.

Annexe I : Score PEDro des articles sélectionnés.

Etudes concernant les PE	SCORE
Effectiveness of Calf Stretching Exercises Versus Plantar Fascia Stretching Exercises in Plantar Fasciitis: An Experimental Study : Chawla et al	3/10
Effectiveness of Gastrocnemius-Soleus Stretching Program as a Therapeutic Treatment of Plantar Fasciitis : Arif et al	4/10
Extracorporeal Shockwave Therapy Versus Graston Instrument-Assisted Soft-Tissue Mobilization in Chronic Plantar Heel Pain: A Randomized Controlled Trial : Pisirici et al	9/10
Immediate and short-term effects of kinesiotaping and lower extremity stretching on pain and disability in individuals with plantar fasciitis: a pilot randomized, controlled trial : Pinrattana et al	7/10
Proximal Medial Gastrocnemius Recession and Stretching Versus Stretching as Treatment of Chronic Plantar Heel Pain : Molund et al	7/10
Etude concernant le PR	
Effects of Strengthening and Stretching Exercises on the Temporospatial Gait Parameters in Patients With Plantar Fasciitis: A Randomized Controlled Trial : Thong-On et al	6/10
Etudes concernant la thérapie par ODCe	
Comparison of Radial Extracorporeal Shock Wave Therapy in Plantar Fasciitis Treatment Using Two Different Frequencies : Narin et al	5/10
Comparison of Ultrasound-Guided Prolotherapy Versus Extracorporeal Shock Wave Therapy in the Treatment of Chronic Plantar Fasciitis: A Randomized Clinical Trial : Kesikburun et al	5/10
Dextrose prolotherapy versus radial extracorporeal shock wave therapy in the treatment of chronic plantar fasciitis: A randomized, controlled clinical trial : Asheghan et al	6/10
Effectiveness of Four Different Treatment Modalities in the Treatment of Chronic Plantar Fasciitis During a 36-Month Follow-Up Period: A Randomized Controlled Trial : Uğurlar et al	5/10
Effects of adjuvant low-dye Kinesio taping, adjuvant sham taping, or extracorporeal shockwave therapy alone in plantar fasciitis: A randomised double-blind controlled trial : Yeliz Bahar-Ozdemir et al	9/10

Annexe II : Tableau synthèse de l'article rédigé par Pinrattana et al

Etude : Auteur – Année – Type d'étude	Objectif de l'étude	Population	Méthodologie Protocole	Résultats sur l'échelle visuel analogique de la douleur (en cm) * : P-value<0,05	Commentaire / intérêts pour le mémoire	Grille utilisée – score obtenu
Immediate and short-term effects of kinesiotaping and lower extremity stretching on pain and disability in individuals with plantar fasciitis: a pilot randomized, controlled trial PINRATTANA et al 2021 ECR	Déterminer les effets immédiats et à court terme du traitement donné : - Etirement (1) - Kinesiotape (2) - Etirement + kinésiotape (3)	30 personnes Exclusivement masculine FP diagnostiquée Age : entre 18 et 40 ans, en moyenne 23 ans	3 groupes de traitements Groupe auto-étirement : n=10, formé par un MK, étirement du fascia plantaire, des muscles fibulaires, ischio-jambier, gastrocnémiens, chaîne postérieur de la jambe, 3x10 mouvements maintenus 10s par jour pendant une semaine Groupe kinésiotape : n=10, 1 bande sur le fascia plantaire et le tendon du triceps sural, 1 bande sur les gastrocnémiens, 1 bande sur l'arche du médio pied Groupe étirement + kinésiotape : n=10	<u>Avant l'intervention</u> (1) : 5.95 ± 1.53* (2) : 5.41 ± 1.23* (3) : 5.21 ± 1.43* <u>Immédiatement après :</u> (1) : 1.81 ± 1.69 * (2) : 1.20 ± 1.50 * (3) : 2.17 ± 1.74 * <u>Une semaine après :</u> (1) : 0.79 ± 1.39 * (2) : 1.92 ± 1.06* (3) : 1.69 ± 1.58 *	Réduction significative immédiate de la douleur : -4,12 +/-2,10 Réduction à court terme de la douleur : --5,14 +/- 1,81	PEDro : 7/10

Annexe III : Tableau synthèse de l'article rédigé par Molund et al

Etude : Auteur – Année – Type d'étude	Objectif de l'étude	Population	Méthodologie Protocole	Résultats sur l'échelle visuel analogique de la douleur (en cm) * :P<0,05	Commentaire / intérêts pour le mémoire	Grille utilisée – score obtenu
Proximal Medial Gastrocnemius Recession and Stretching Versus Stretching as Treatment of Chronic Plantar Heel Pain MOLUND et al 2018 ECR	Comparer les effets de la récession chirurgicale des gastrocnémiens et des effets de l'étirement à 3 mois puis 12 mois sur la douleur ressenti par le patient durant les 24h précédent la mesure.	40 personnes Symptômes chroniques, depuis 12 mois et plus, non répondant au traitement conventionnel Age : entre 18 et 70 ans	Groupe 1 : n=20, 12 semaines où étirement 2x60secondes par jour, par étirement, comprenant le fascia plantaire, le triceps sural, les ischios-jambiers, pendant 3mois Groupe 2 : n=20, PE similaire à poursuivre dès J-1, post opération de récession du fascia via une incision du tendon gastrocnémien latérale, pendant 3 mois	**Groupe 1** : Score de base : 7.1 (1.5-9.5) Score à 3 mois : 6.9 (2.1-10)* Score à 12 mois : 7.4 (0.2-9.3)* **Groupe 2** : Score de base : 7.6 (3.9-10)* Score à 3 mois : 3.3 (0-8.1)* Score à 12 mois : 2.8 (0-8.1)*	Résultats statistiquement significatifs. La poursuite du traitement conservateur montre une diminution de la douleur de 0,2 points à 3 mois, mais une recrudescence de cette dernière à 12 mois de 0,3 points	PEDro : 7/10

Annexe IV : Tableau de synthèse de l'article rédigé par Pisirici et al

Etude : Auteur – Année – Type d'étude	Objectif de l'étude	Population	Méthodologie Protocole	Résultats sur l'échelle visuel analogique de la douleur (en cm) *Pvalue<0,016	Commentaire / intérêts pour le mémoire	Grille utilisée – score obtenu
Extracorporeal shockwave theapy Versus graston instrument assisted soft-tissue mobilization in chronic plantar heel pain: a randomized controlled trial PISIRICI et al ECR	Comparer l'efficacité de la thérapie par ondes de choc extra corporelles à la technique de Graston, toutes les deux liées à un PE. Les critères de suivies seront la douleur lors des premiers pas ainsi qu'à l'activité, l'état fonctionnel, la qualité de vie et enfin la	69 patients réparties en 3 groupes, 63 à la fin. De 18 à 60 ans, symptomatique depuis au moins 3 mois	Essaie prospectif randomisé en double aveugle Groupe 1 : n=21, ondes de choc + PE Groupe 2 : n=21, technique de Graston + PE Groupe 3 : n=21, PE Le PE, similaire pour chaque groupe, comprend une technique pour les gastrocnémiens, pour le soléaire et pour le fascia plantaire. 3 série de chaque manœuvre, maintenue 30 secondes 2 fois par jours, pendant 4 semaines Ondes de choc : 1 fois par semaine pendant 4 semaines, 10Hz, 2,5Bar et 2000 coups. La technique de Graston a été réalisée par un opérateur compétent (13 ans d'exercice avec cette technique), 2 fois par semaine pendant 4 semaines.	<u>Au premier pas :</u> *Avant le traitement :* <u>Groupe 1 :</u> 7.80 (1.49)* <u>Groupe 2 :</u> 7.71 (1.65)* <u>Groupe 3 :</u> 7.22 (1.73)* *A 4 semaines du traitement :* <u>Groupe 1 :</u> 3.91 (2.60)* <u>Groupe 2 :</u> 3.62 (2.40)* <u>Groupe 3 :</u> 5.36 (1.75)* *8 semaine après :* <u>Groupe 1 :</u> 4.00 (2.54)* <u>Groupe 2 :</u> 3.76 (2.29)* <u>Groupe 3 :</u>	Nous disposons de données significatives de part la Pvalue <0,005 ainsi qu'une diminution de la douleur à l'activité supérieur à 1,3cm Il n'y a pas d'amélioration significative de la douleur entre juste après le traitement et à 8 semaines	9/10

	kinésiophobie des patients.		Appliqué sur le fascia plantaire et le triceps sural, après 10 min de pack chaud.	5.18 (2.45)* *6 mois après :* <u>Groupe 1 :</u> 3.48 (2.63) <u>Groupe 2 :</u> 2.06 (2.26) <u>Groupe 3 :</u> 2.78 (2 .41) <u>A l'activité :</u> *Avant le traitement :* <u>Groupe 1 :</u> 8.13 (1.68)* <u>Groupe 2 :</u> 7.12 (2.53)* <u>Groupe 3 :</u> 6.53 (1.98)* *A 4 semaines du traitement :* <u>Groupe 1 :</u> 4.50 (2.53)* <u>Groupe 2 :</u> 4.58 (2.42)* <u>Groupe 3 :</u> 3.81 (1.65)* *8 semaine après :* <u>Groupe 1 :</u> 4.00 (2.78) <u>Groupe 2 :</u> 3.45 (2.18) <u>Groupe 3 :</u> 3.83 (2.43)		

Annexe V : Tableau de synthèse de l'article rédigé par Thong-On et al

Etude : Auteur – Année – Type d'étude	Objectif de l'étude	Population	Méthodologie Protocole	Résultats sur l'échelle visuel analogique de la douleur (en cm) * :P<0,001	Commentaire / intérêts pour le mémoire	Grille utilisée – score obtenu
Effects of Strengthening and Stretching Exercises on the Temporospatial Gait Parameters in Patients With Plantar Fasciitis: A Randomized Controlled Trial THONG-ON et al 2019 ECR	Etudier les effets des programmes d'exercices de renforcement et d'étirement, combinés à une intervention de thérapie physique, sur l'intensité de la douleur lors des premiers pas ainsi que durant les 24 dernières heures, et les paramètres temporo-spatiaux de la	84 patients réparties en 2 groupes, moyenne d'âge 52 ans	Groupe 1 : n=42, renforcement des fléchisseurs des orteils, du triceps sural, des éverseurs ainsi que des inverseurs du pied. Chaque protocole de renforcement était individualisé, et la progression était suivie par une MK Groupe 2 : n=42, étirement du triceps sural en individualisant gastrocnémiens et triceps sural, ainsi que le fascia plantaire. Les deux groupes effectuaient leur programme respectif durant 12 semaines, 3 fois par jour en autonomie. Les exercices étaient consignés dans un cahier, avec leur évolution. Ils étaient encouragés à poursuivre le programme pour les deux mois suivant. Les deux groupes ont reçu la même thérapies physique via des	<u>Plus intense douleur dans les 24h</u> : *Avant le traitement* : 1 : 5.96±2.30* 2 : 5.74±2.30* *Après 12 semaines* 1 : 3.09±2.25* 2 : 3.34±2.47* *Après 1 mois* : 1 : 2.52±2.55* 2 : 2.69±2.55* *Après 2 mois* : 1 : 1.73±2.16* 2 : 2.05±2.24* <u>Douleur au premier pas</u> : *Avant le traitement* : 1 : 5.86±2.51*	Réduction significative du score de l'échelle de la douleur est observée à chaque phase de récolte des données. Cela concerne la plus intense douleur ressentie par les patients comme celle ressenti lors des premiers pas après une longue phase de repos.	Echelle PEDro : 6/10

	marche chez les patients		ultrasons et de thérapies manuelle 2 fois par semaines pendant 4 semaines.	2 : 5.04±2.35* *Après 12 semaines* 1 : 2.90±2.46* 2 : 2.75±2.52* *Après 1 mois* : 1 : 2.25±2.51* 2 : 1.98±2.24* *Après 2 mois* : 1 : 1.30±1.54 2 : 1.52±2.12		

Annexe VI : Tableau de synthèse de l'article rédigé par Asheghan et al

Etude : Auteur – Année – Type d'étude	Objectif de l'étude	Population	Méthodologie Protocole	Résultats sur l'échelle visuel analogique de la douleur (score sur 100 points) Mean (SD)	Commentaire / intérêts pour le mémoire	Grille utilisée – score obtenu
Dextrose prolotherapy versus radial extracorporeal shock wave therapy in the treatment of chronic plantar fasciitis: A randomized, controlled clinical trial ASHEGHAN et al 2019 ECR	Comparer l'efficacité de la prolothérapie au dextrose guidée par ultrasons et la thérapie par ondes de choc extra corporelles sur l'intensité de la douleur des premiers pas, l'état fonctionnel et l'échographie	62 personnes, dont 3 qui disparaîtront 59 résultats analysés Age comprit entre 18 et 75 ans FP avec symptômes non répondant au traitement conservateur depuis 8 semaines	Groupe A : onde de chocs radiales n = 31, 29 résultats analysés 3 sessions d'onde de chocs radiales, une par semaine pendant 3 semaine. Les patients ont reçu 2000 chocs à 2 Bars de pression et une fréquence de 10Hz, perpendiculairement à la surface plantaire du talon du patient, en sur le point de sensibilité maximale. Groupe B : n = 31, 30 résultats analysés 2 sessions de prolothérapie, à une semaine d'intervalle, en visant les zones hypoéchogène via un guide échographique	<u>Avant intervention</u> : Groupe A : 7,23 (1,32) Groupe B : 7,47 (1,12) <u>6 semaines après</u> : Groupe A : 5,66 (1,25) Groupe B : 5,33 (1,01) <u>12 semaines après</u> : Groupe A : 4,08 (1,03) Groupe B : 44.22 (9,5)	Données non significatives statistiquement, Pvalue = 0.102	6/10

Annexe VII : Tableau de synthèse de l'article rédigé par Yeliz Bahar-Ozdemir et Tugba Atan

Etude : Auteur – Année – Type d'étude	Objectif de l'étude	Population	Méthodologie Protocole	Résultats sur l'échelle visuel analogique de la douleur (en cm) *=Pvalue < 0,05	Commentaire / intérêts pour le mémoire	Grille utilisée – score obtenu
Effects of adjuvant low-dye Kinesio taping, adjuvant sham taping, or extracorporeal shockwave therapy alone in plantar fasciitis: A randomised double-blind controlled trial YELIZ BAHAR-OZDEMIR et TUGBA ATAN 2020 ECR	Comparer l'effet du kinesiotape associé aux ondes de choc extra corporelles, versus le même traitement avec un faux kinesiotape, versus les ondes de choc.	45 patients, douleurs présentes depuis plus de 6 mois, répartis en 3 groupes On analysera 44 patients à la fin	Groupe 1 : n=15, ondes de choc extra corporelles et kinesiotape Groupe 2 : n=15, ondes de choc extra corporelles et faux kinesiotape Groupe 3 : n=15, ondes de choc extra corporelles 5 sessions d'ondes de choc extra corporelles, une par semaine. Les paramètres étaient : 11Hz de fréquence, 3000 ondes de choc, et 2,5 bar d'énergie, en aval du calcanéum. La zone cible était le point le plus sensible de la face médiale du calcanéum Pour les groupes 1 et 2, 4 application de 4 bandes de kinesiotape, une à la fin de chaque session, excepté la dernière. Chaque bande était gardée 1 semaine	Avant traitement : Groupe 1 : 8,3 +/- 1,5 Groupe 2 : 7,8 +/- 2 Groupe 3 : 7,6 +/- 1,6 Fin du protocole : Groupe 1 : 3,07 +/- 2,79* Groupe 2 : 4,36 +/- 2,7* Groupe 3 : 5,33 +/- 3,46	On remarque une diminution moyenne significative de 2,27 (2,6) points sur 10 du score l'EVA.	9/10