



HAL
open science

Les ondes de choc : une thérapeutique supplémentaire dans la prise en charge de la tendinopathie patellaire ?

Manon Santiago

► To cite this version:

Manon Santiago. Les ondes de choc : une thérapeutique supplémentaire dans la prise en charge de la tendinopathie patellaire ?. Médecine humaine et pathologie. 2020. dumas-03120114

HAL Id: dumas-03120114

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03120114v1>

Submitted on 25 Jan 2021

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

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

**AIX-MARSEILLE UNIVERSITÉ
ÉCOLE DES SCIENCES DE LA RÉADAPTATION
FORMATION EN MASSO-KINÉSITHÉRAPIE**

**LES ONDES DE CHOC : UNE THÉRAPEUTIQUE
SUPPLÉMENTAIRE DANS LA PRISE EN
CHARGE DE LA TENDINOPATHIE
PATELLAIRE ?**

SANTIAGO Manon

Directeur de mémoire : Mme. Bardiaux

Remerciements

Je tiens à remercier mes parents pour leur soutien infailible tant psychologiquement que financièrement pendant mes quatre années d'études. Merci à ma mère pour ses relectures critiques. Je remercie également ma sœur et mon copain pour leur présence lorsque j'en avais besoin.

Je tiens à témoigner mes sincères remerciements à ma directrice de mémoire, Madame Élise Bardiaux, d'avoir pris le temps de me fixer des rendez-vous et de me guider tout au long de mes problématiques. Elle m'a permis de dissiper mes doutes afin de mener à bien la rédaction de cette revue de littérature.

Je remercie particulièrement mon amie d'enfance pour la relecture de mon abstract ainsi que mes amies de promotion avec lesquelles nous nous sommes soutenues tout au long de notre cursus.

Merci à l'IFMK Marseille pour la formation qui m'a été dispensée.

Table des matières

1	Introduction.....	1
1.1	Présentation de la revue.....	1
1.2	Rappels anatomiques et physiologiques.....	1
1.3	La tendinopathie patellaire.....	4
1.3.1	Epidémiologie.....	4
1.3.2	Physiopathologie.....	5
1.3.3	Examen clinique.....	9
1.3.4	Etiologie.....	12
1.3.5	Les traitements.....	13
1.4	Les ondes de choc comme traitement.....	15
1.4.1	Historique et définition.....	15
1.4.2	Mode d'action.....	18
1.4.3	Indications.....	18
1.4.4	Contre indications.....	19
1.4.5	Application en kinésithérapie.....	19
1.5	Objectif de la revue.....	20
2	Méthode.....	21
2.1	Critère d'éligibilité des études pour cette revue.....	21
2.1.1	Types d'études.....	21
2.1.2	Population / Pathologie.....	21
2.1.3	Intervention.....	21
2.1.4	Comparateur.....	22
2.1.5	Critères de jugement.....	22
2.2	Méthodologie de recherche des études.....	22
2.2.1	Les sources documentaires investiguées.....	22
2.2.2	Equation de recherche.....	23
2.3	Méthode d'extraction et d'analyse des données.....	24
2.3.1	Méthode de sélection des études.....	24
2.3.2	Evaluation de la qualité méthodologique des études sélectionnées.....	24
2.3.3	Extraction des données.....	25
2.3.4	Méthode de synthèse des résultats.....	26
3	Résultats.....	27
3.1	Description des études.....	27
3.1.1	Processus de sélection des études.....	27
3.1.2	Etudes exclues après lecture complète.....	29
3.1.3	Etudes incluses.....	29

3.2	Risques de biais des études incluses	35
3.2.1	Grille d'analyse utilisée	35
3.2.2	Synthèse des biais retrouvés	36
3.3	Effet de l'intervention sur les critères de jugement de la revue	38
3.3.1	Analyse du critère de jugement principal : Le score VISA-P.....	38
3.3.2	Analyse du critère de jugement secondaire : L'échelle visuelle analogique EVA	43
3.3.3	Synthèse des résultats statistiques et méta-analyse	46
4	Discussion.....	49
4.1	Analyse des principaux résultats	49
4.2	Autres études complémentaires	51
4.2.1	Vulpiani et al 2007	51
4.2.2	J. Zwerver et al 2010.....	51
4.3	Applicabilité des résultats en pratique clinique.....	52
4.4	Qualités des preuves	53
4.5	Biais potentiels de la revue.....	55
5	Conclusion	57
5.1	Implication pour la pratique clinique et la recherche.....	57
6	Bibliographie.....	58

1 Introduction

1.1 Présentation de la revue

Les lésions tendineuses surviennent généralement, chez le sujet sportif dont les gestes sont répétitifs avec des contraintes mécaniques élevées. Ces lésions peuvent toucher tous les tendons mais certains sont plus souvent atteints que d'autres comme le tendon de la coiffe des rotateurs, le tendon calcanéen ou encore le tendon patellaire. Notre revue ne s'intéresse qu'au tendon patellaire.

Actuellement, il existe une multitude de thérapeutiques pour traiter les tendinopathies. L'utilisation des ondes de choc pour les tendinopathies devient de plus en plus courante dans les cabinets de kinésithérapie.

Nous pouvons nous questionner sur leur efficacité dans le traitement des tendinopathies patellaires.

1.2 Rappels anatomiques et physiologiques

Le tendon appartient à l'unité musculo-tendineuse.

Il comprend trois parties :

- La jonction ostéo-tendineuse,
- Le corps du tendon,
- La jonction myo-tendineuse.

Fonction du tendon

Sa fonction est de transmettre la force du muscle vers l'os en faisant office de jonction entre les deux. « Le tendon stabilise les articulations du système squelettique. Il ne produit pas de mouvement actif comme le muscle mais joue un rôle essentiel dans le mouvement articulaire ». Ensemble, le tendon et le muscle représentent une « composante dynamique » [1].

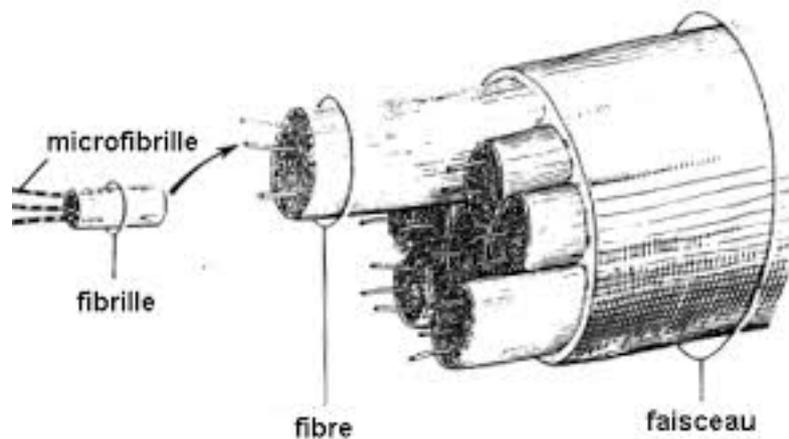
Composition et structure

Il est constitué de tissu conjonctif dense fibreux. « C'est un matériau précontraint dont les fibres s'organisent de manière parallèle selon un axe longitudinal ». C'est pourquoi, il présente une grande résistance face aux forces qui s'exercent sur lui. Le tendon comparé au muscle possède une rigidité importante. Peu vascularisé, il peut entraîner des problèmes de cicatrisation lors des blessures. Il est peu extensible mais flexible grâce à la présence d'élastine. Néanmoins, il est richement innervé et a un rôle proprioceptif important [1].

Il se compose :

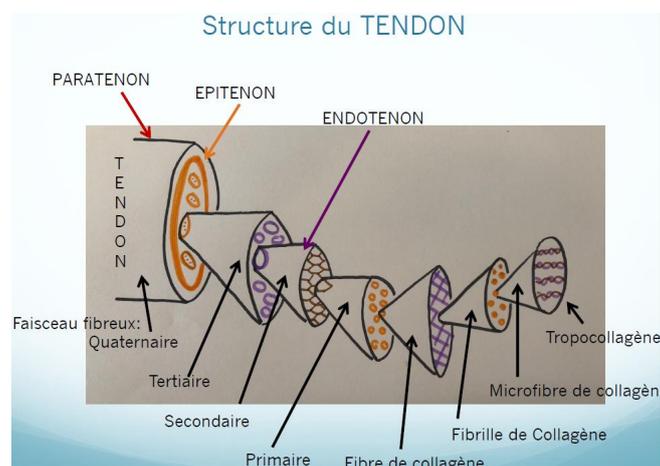
- « De fibroblastes (20 %),
- D'une matrice extracellulaire (80 %). Elle est constituée de 70 % d'eau et 30 % de constituants solides synthétisés et sécrétés par les fibroblastes (collagène de type I et une petite quantité d'élastine). Le reste de la matrice est formé par une longue chaîne d'acides aminés et de glycoprotéines. Le contenu en collagène est supérieur à 95 % du poids sec du tendon » [1]. Aux extrémités, le collagène peut représenter jusqu'à 99 % du poids sec du tendon.

« Le collagène constitue l'unité fondamentale du tendon. On l'appelle également tropocollagène ». Plusieurs tropocollagènes se regroupent en parallèle et en série et forment une micro-fibrille. Ils existent entre les tropocollagènes des liaisons intra et extra chaînes. Elles confèrent la stabilité de la molécule de collagène. Plus elles sont importantes et plus le tendon est résistant. Les liaisons fluctuent avec l'âge. Elles sont dans un premier temps instables dans un collagène nouveau, puis elles deviennent stables et nombreuses avec la maturation du collagène [1].



Structure du tendon [1]

L'endoténon est une membrane qui contient les fibres de collagène formées par le regroupement des fibrilles. Les quatre faisceaux sont maintenus par une gaine, le paraténon qui forme le tendon.



Les ténoblastes et ténocytes constituent 90 à 95 % des éléments cellulaires du tendon. Nous pouvons les trouver entre les fibres de collagène [2].

Les ténoblastes sont des cellules immatures fusiformes qui deviennent progressivement des ténocytes. Ils ont une grande activité métabolique [3].

Le tendon présente une grande résistance mécanique et une forte élasticité. C'est un tissu visco-élastique soumis à des forces mécaniques capables de modifier l'organisation de ses fibres.

La courbe contrainte-déformation classique d'un tendon se caractérise par trois phases.

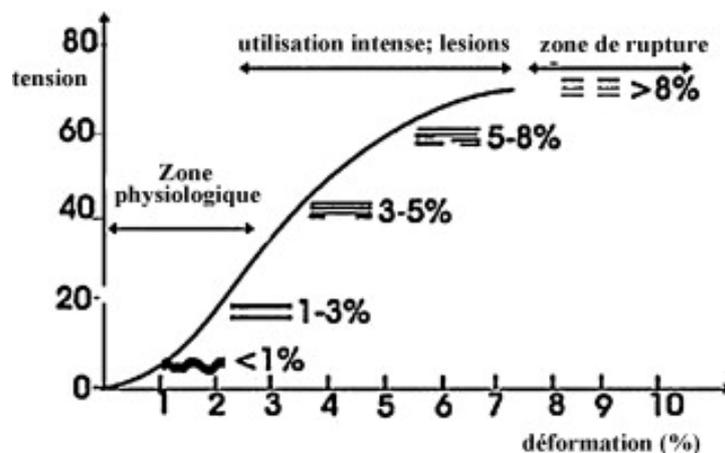


Figure 1 : Courbe de contraintes-déformations d'après Rees et al [4]

La première phase, également nommée « pied de courbe » est représentée par une courbe exponentielle. Les fibres tendineuses sont mises en tension progressivement. Cette élongation reste physiologique et réversible.

Nous observons une seconde phase linéaire jusqu'à 4 % d'élongation où toutes les fibres sont en tension. Au delà, de cette phase d'élongation, des lésions microscopiques irréversibles apparaissent.

La dernière phase se traduit par une élongation comprise entre 4 % et 10 %. Des lésions macroscopiques surviennent et entraînent rapidement la rupture du tendon [2].

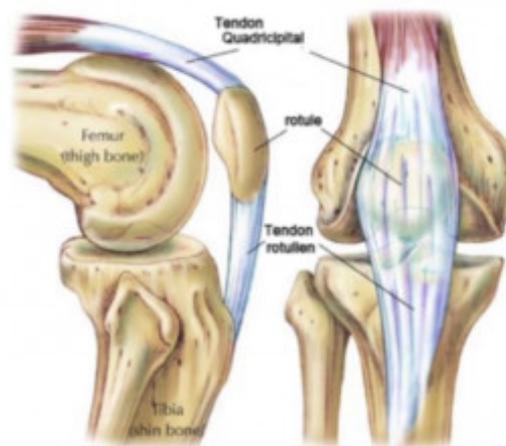
Le tendon patellaire

Le système extenseur du genou se compose :

- Du quadriceps,
- Du tendon quadricipital,
- De la patella,
- Du tendon patellaire.

Le tendon patellaire provient de la continuité du tendon quadricipital, des vastes médial et latéral du quadriceps. Dirigé de manière oblique en bas et en dehors, il part de la pointe de la patella et se termine sur et en dessous de la tubérosité tibiale antérieure. Il est séparé de cette dernière par une bourse séreuse et profonde à sa partie supérieure. Il assure une continuité de l'action mécanique du quadriceps vers le segment jambier au delà de la patella [5].

Il est épais (7 mm en moyenne), aplati d'avant en arrière, fibreux et très solide. La partie supérieure du tendon mesure environ 3 cm et la partie inférieure 2,5 cm. Il est de forme triangulaire [5]. Il représente le deuxième plus gros tendon de l'organisme après le tendon calcanéen [6].



Anatomie du tendon patellaire [7]

1.3 La tendinopathie patellaire

1.3.1 Epidémiologie

Les tendinopathies sont des pathologies d'hyper-sollicitation. Elles apparaissent essentiellement chez les sportifs et les travailleurs. « Elles représentent 19 % des troubles musculo-squelettiques et plus de 30 % des consultations en médecine générale et médecine sportive » [8]. En 1973, elle a été énoncée par *Blazina* [9].

La tendinopathie patellaire est également appelée « jumper's knee » car elle touche particulièrement les sportifs qui pratiquent des sauts et des impulsions (basketball, volleyball et handball). La prévalence fluctue selon le niveau de sport pratiqué. « Elle atteint 45 % chez les joueurs de volleyball de haut niveau contre 14 % chez les amateurs et dans le basketball, elle est respectivement de 32 % et 12 % » [10].

Elle est très fréquente et représente entre 50 et 90 % des tendinopathies du genou. C'est une pathologie invalidante. Elle touche surtout les athlètes entre 25 et 30 ans avec une prédominance masculine [11].

La tendinopathie patellaire désigne une lésion du tendon patellaire. Ces lésions peuvent touchées différentes zones [12] :

- Douleurs à la pointe de la patella, du tiers proximal, les plus fréquentes (65 %)

Elles correspondent à des micro-désinsertions du tendon patellaire au niveau la pointe de la patella. Une réaction liquidienne due au saignement se produit et se manifeste par des nodules cicatriciels, des micro-kystes ou parfois des calcifications.

- Douleurs au corps du tendon, tiers moyen (10 %)

Elles sont rares et se manifestent par une ténosynovite avec un épaissement du tendon. Une réaction inflammatoire se produit et une fibrose se forme avec des adhérences entre la gaine et le tendon.

- Douleurs qui partent du tiers inférieur jusqu'à la tubérosité tibiale (25 %)

Elles siègent au dessus de la tubérosité tibiale antérieure.

Le terme tendinopathie patellaire regroupe la tendinose qui est une dégénérescence du collagène présente dans le tendon, la tendinite qui est une atteinte inflammatoire du tendon et enfin la ténosynovite qui touche les annexes du tendon.

1.3.2 Physiopathologie

Avant les années 1990, la douleur du tendon évoquait inévitablement une tendinite impliquant une inflammation responsable du mécanisme pathologique. Cette perspective du tendon était enracinée dans la littérature médicale [13].

Cependant, dès les années 1970, *Puddu et al* [14] ont décrit la tendinopathie chronique par « l'absence de cellules inflammatoires aiguës » [13] dans le tendon. A mesure que les données histologiques étaient de plus en plus accessibles, cette idée d'absence d'inflammation fut plus largement admise et acceptée. De plus, différents chercheurs ont constaté que le collagène peut être altéré (séparation, amincissement ou dissociation) sans que des cellules de l'inflammation soient retrouvées. Il a été également démontré, dans des études animales, que des remaniements dégénératifs non inflammatoires peuvent être insérés expérimentalement dans un tendon sur une durée limitée. Ainsi, il a été admis que les pathologies chroniques tendineuses se distinguent des maladies inflammatoires comme la polyarthrite rhumatoïde [13].

Dans l'éditorial du BMJ (British Medical Journal), *Khan et Al* ont repris de manière succincte les raisons de l'abandon du terme de tendinite et ont ainsi présenté une nouvelle vision sur les douleurs du tendon [15].

Durant la première moitié du 21^{ème} siècle, des modèles « non inflammatoires » ou « dégénératifs » se sont répandus. Ces derniers sont en faveur du terme de tendinopathie. Ils se répartissent en deux groupes.

Les modèles se rapportant au premier groupe analysent les raisons des lésions tendineuses, c'est-à-dire la défaillance des tendons. Ils regroupent les altérations additionnelles et l'insuffisance vasculaire [13].

Il existe un second groupe, les modèles « dégénératifs » permettant d'éclaircir les raisons pour lesquelles les tendons ne se régénèrent pas. Ces théories intègrent « l'échec de guérison » (la « failed healing response ») et le modèle du continuum [13].

Ces modèles « dégénératifs » ont permis aux thérapeutes de développer de nouveaux traitements ayant pour but une rééducation davantage performante du tendon défaillant. Aucun de ces nouveaux traitements introduits au cours des années 1990 n'est de nature anti-inflammatoire (les exercices physiques, les injections, les produits sanguins visant à améliorer la cicatrisation et les ondes de choc).

La tendinopathie est ainsi décrite comme un mécanisme de dégradation du tendon engageant de multiples aspects de « la réponse lésion-réparation ». Désormais, pour désigner une lésion du tendon, nous emploierons le terme tendinopathie. Cependant malgré l'abandon du mot tendinite pour se référer à toute pathologie du tendon, des cellules inflammatoires dont les macrophages et les lymphocytes ainsi que d'autres médiateurs comme la substance P, les MMP, le VEGF et le COX sont parfois retrouvés et impliqués dans la pathologie des tendons. Même si l'inflammation n'est parfois pas la cause dominante dans la douleur du tendon, il ne faut pas renoncer aux stratégies anti-inflammatoires pouvant jouer un rôle dans la guérison ou la dégradation du tendon à différentes étapes d'une tendinopathie chronique [13].

Modèle du continuum de Cook et Purdam [16]

La tendinopathie étant décrite comme une pathologie dégénérative, *Cook et Purdam* ont proposé un modèle du « continuum » en 2009. Ces derniers suggèrent qu'il existe une continuité entre les trois phases présentes au sein des pathologies tendineuses :

- La phase réactive

Elle survient suite à une surcharge aiguë (de tension ou de compression), une activité physique inhabituelle ou un choc direct. Elle engendre une adaptation sur le court terme du tendon se traduisant par un épaississement d'une partie de ce dernier. Par exemple, un athlète qui intensifie ses entraînements et qui multiplie ses sauts / réceptions par semaine pourra observer un épaississement de son tendon patellaire. Une adaptation normale du tendon se traduirait par une rigidification de celui-ci. Hors lors de la phase réactive, le tendon change d'épaisseur. A ce stade, il y a une conservation de la qualité du collagène. Le retour vers un tendon sain est possible. Néanmoins, la surcharge ayant entraînée la lésion devra être convenablement réduite ou un temps de repos correct devra être envisagé. Elle touche plus communément le sujet jeune [16].

- Le délabrement du tendon

Au cours de cette étape, le tendon essaie de cicatriser en vain. Elle se caractérise par une plus grande détérioration de la matrice qu'à la phase réactive ainsi qu'un accroissement du nombre total de cellules, particulièrement les chondrocytes. De plus, l'accumulation de protéoglycanes provoque une altération de la matrice qui devient désorganisée ainsi qu'une dégradation du collagène se manifestant par une séparation de ce dernier.

Cette pathologie touche plus les jeunes, dans les cas de surcharge chronique, mais aussi les personnes plus âgées qui auront moins d'adaptabilité au niveau des tendons. La réversibilité à ce stade est encore accessible mais il faudra adapter la charge et mettre en œuvre des exercices venant solliciter la structure matricielle [16].

- La phase dégénérative

A cette phase, nous trouvons des changements majeurs de la matrice et des cellules. En effet, elle est caractérisée par la présence de zones de mort cellulaire dues à l'apoptose, au traumatisme ou à l'épuisement des ténocytes. Nous trouvons également de vastes zones où la matrice est désorganisée avec un nombre accru de débris matriciels et un collagène quasi-inexistant. La réversibilité à cette étape est pratiquement impossible. Ce stade est principalement retrouvé chez les personnes âgées mais il peut survenir chez des athlètes de haut niveau où le tendon est soumis continuellement à une surcharge chronique. A l'issue de cette étape, la rupture du tendon est probable [16].

Selon l'étude de *Cook*, « près de la moitié des tendons patellaires normaux mais douloureux deviennent pathologiques (surtout des tendinopathies réactives) suite à une surcharge continue durant une saison de volleyball » [17].

Ce modèle du continuum de *Cook et Purdam* permet aux praticiens de déterminer l'état du tendon et ainsi d'ajuster le traitement en fonction de la phase de tendinopathie.

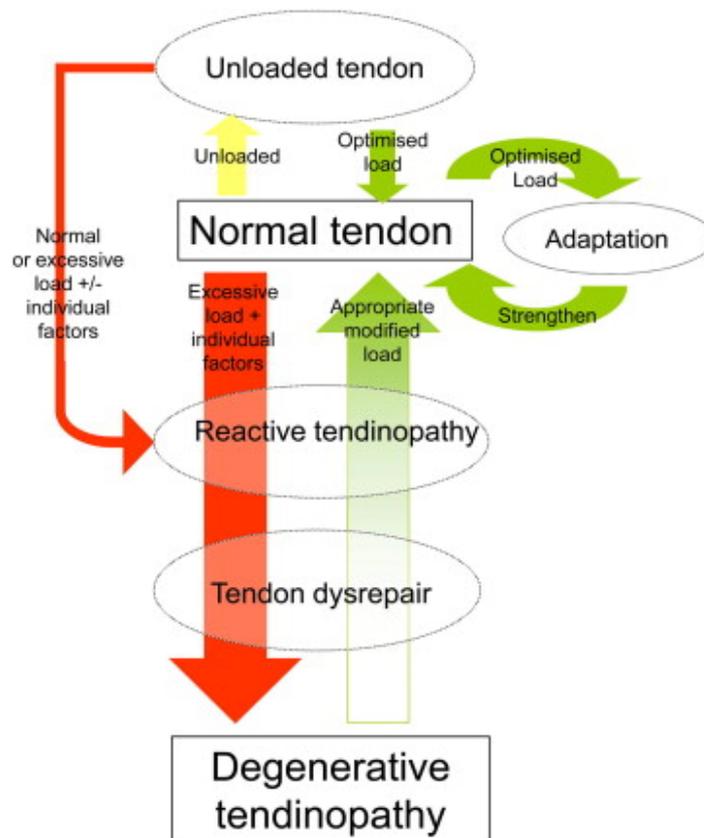


Figure 2 : Modèle du continuum des pathologies tendineuse de *Cook et Purdam* [16]

Ce modèle décrit le chemin du tendon normal jusqu'à la tendinopathie dégénérative. La réduction de charge permet au tendon pathologique de retourner à une normalité. La douleur peut être présente à toutes les phases du modèle du continuum. Il existe une absence de corrélation entre douleur et avancement de la pathologie. En effet, un tendon considéré comme « sain » à l'échographie peut être douloureux et un tendon dégénératif proche de la rupture peut ne pas l'être. Une limite de ce modèle pourrait donc concerner la douleur.

En 2016, *Cook et Purdam* ont revisité le mérite du modèle du continuum. Depuis la publication de 2009, leur modèle a été mentionné plus de 250 fois.

Ils ont établi le concept selon lequel un même tendon peut présenter des zones qui sont à des stades différents de la pathologie. Après avoir énoncé cette précision, ils ont mis en évidence la nécessité de la continuité des phases. Ainsi, les stades ne se succèdent pas les uns après les autres mais doivent être analysés comme un hybride de pathologie entre la phase réactive et dégénérative, « reactive-on-degenerative tendinopathy ». La partie dégénérative du tendon n'est structurellement plus fonctionnelle et ne permet pas de conduire la charge de traction. Elle peut alors induire une surcharge dans la partie saine du tendon qui à son tour deviendra pathologique en entrant en phase réactive [18].

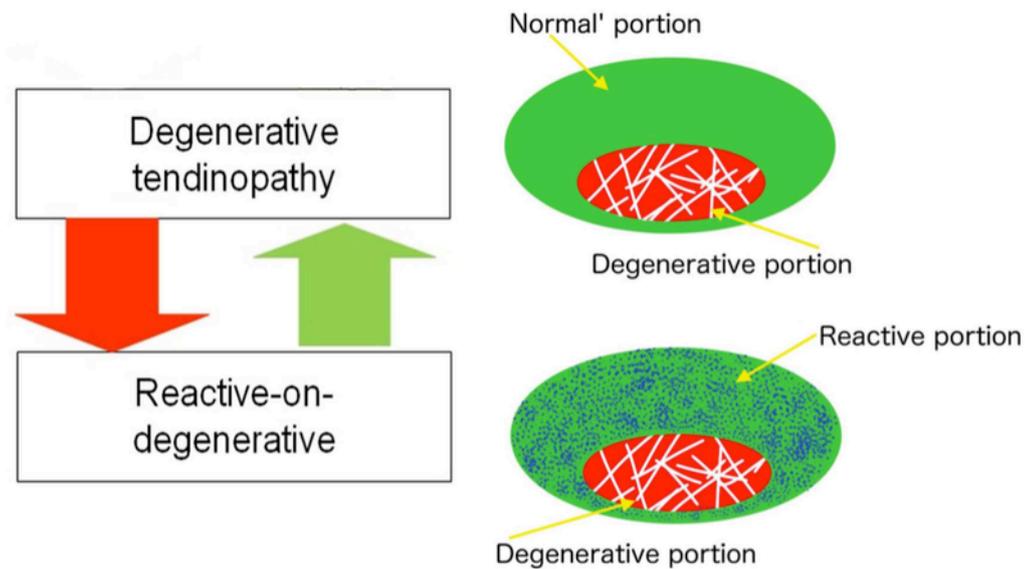


Figure 3 : Représentation schématique « reactive-on-degenerative tendinopathy » [18]

1.3.3 Examen clinique

1.3.3.1 Diagnostic clinique

Dans la tendinopathie patellaire, l'interrogatoire est incontournable. Il permettra de confirmer le bon diagnostic en « s'assurant de la cohérence entre le geste sportif et la survenue de la tendinopathie » [12].

La douleur doit apparaître progressivement. Si elle survient de manière brutale, une rupture (partielle) du tendon devra être suspectée. De plus, nous étudierons la présence de la triade clinique avec une douleur à la palpation, à l'étirement et lors de la contraction isométrique [12].

Les données extraites de l'interrogatoire apporteront des informations sur le diagnostic. Ainsi, en fonction des réponses du sujet nous nous dirigerons vers un syndrome rotulien ou plutôt une tendinopathie. Il sera important de demander au patient à quel moment la douleur se manifeste. En présence de tendinopathie patellaire, « la douleur sera plus importante à la réception (solicitation excentrique) que lors de l'impulsion du saut (solicitation concentrique) ». La douleur sera alors maximale lors de la descente des escaliers dans le cas de tendinopathie patellaire contrairement au syndrome rotulien où elle sera présente en montée. La lésion du tendon patellaire est donc causée par une « sollicitation excentrique de l'appareil extenseur du genou ». Par exemple, lors de la réception d'un saut le quadriceps se contracte en même temps qu'il est étiré. La contrainte exercée sur le tendon patellaire est maximale au début de la flexion [12].

La palpation est un test clinique essentiel pour appuyer le diagnostic de « jumper's knee ». Une étude a été réalisée par *Cook et al* pour tester la reproductibilité et l'utilité clinique de la palpation des tendons. Leur article a pour objectif de détecter à l'aide de la palpation, la tendinopathie patellaire dans une équipe de jeunes basketteurs. Ils se sont demandés si la sensibilité à la palpation du tendon patellaire peut être reconnue comme

un test de dépistage. La population était constituée de 326 tendons d'athlètes symptomatiques ou non. Ainsi, en 2001, *Cook* et son équipe ont conclu que la palpation est un test d'importance majeure pour le diagnostic clinique, il est fiable et modérément sensible. Néanmoins, l'étude a révélé que le test n'est pas spécifique. En effet, une sensibilité à la palpation a été retrouvée sans que l'athlète ne soit atteint de tendinopathie. Il faut noter qu'une légère sensibilité à la palpation du tendon demeure physiologique [19].

La sensibilité du tendon se localise majoritairement au pôle inférieur de la patella ou dans le corps de ce dernier. Elle est d'autant plus importante lorsque le genou est en extension et le quadriceps non contracté. A 90° de flexion du genou, la pression exercée sur le tendon patellaire ainsi que la sensibilité diminuent [20].

Le squat unipodal sur un plan incliné de 25° proposé par *Purdam et al* en 2004 [21] est considéré comme « un outil d'évaluation clinique » pour les sujets atteints de tendinopathie patellaire. En 2007, *Zwerver* a réalisé une analyse de la biomécanique du « Single Leg Decline squat ». « Ce test fonctionnel reproduit les symptômes associés à la tendinopathie patellaire, en exerçant une charge maximale sur les extenseurs du genou et sur le tendon patellaire ». Le sujet place une planche inclinée sous les pieds afin d'augmenter les contraintes sur le genou lors du squat. La descente du squat est réalisée sur une jambe, c'est la phase excentrique. La remontée s'effectue en bilatérale afin de décharger le tendon patellaire, c'est la phase concentrique. Descendre au delà de 60° est inutile pour le patient car les contraintes fémoro patellaires seront plus élevées que la pression exercée sur le tendon [22].



Figure 4 : Photographie du « Single Leg Decline Squat » [22]

A ce jour, de nombreuses classifications sont disponibles pour la tendinopathie. La classification de *Blazina* est la plus répandue et employée. Elle se décompose en cinq stades répertoriés en fonction de la douleur ressentie au cours de la pratique sportive. Elle est non corrélée à l'anatomo pathologie [23].

	Expression de la douleur
STADE 1	Douleur après l'effort, survenant au repos, sans répercussion sur l'activité sportive
STADE 2	Douleur apparaissant pendant l'effort, disparaissant après l'échauffement, puis réapparaissant avec la fatigue
STADE 3a	Douleur permanente lors du sport, limitée à l'entraînement
STADE 3b	Douleur permanente lors du sport, pouvant entraîner l'arrêt, marquée par une gêne dans la vie quotidienne
STADE 4	Rupture du tendon

Figure 5 : Classification de *Blazina* [23]

D'autres classifications sont présentes dans la littérature. Nous pouvons mentionner celle de *Ferretti* comportant également cinq stades non corrélés à l'anatomo pathologie. Deux autres classifications existent et prennent en compte la pathogénicité du tendon. Il s'agit de la classification de *Leadbetter* décrite en quatre stades et celle de *Nirschi* en sept stades.

1.3.3.2 Score VISA-P

Les symptômes de la tendinopathie patellaire n'étant pas aisément mesurables, un questionnaire a été mis au point. Il permettrait de quantifier la douleur, le retentissement fonctionnel et la capacité à faire du sport. Il a été nommé VISA-P pour « Victorian Institute Of Sports Assessment Patellar » (**annexe 1**) et se compose de huit questions. Il explicite le degré de sévérité de la tendinopathie patellaire. Six questions sont évaluées à l'aide de l'échelle visuelle analogique de 0 à 10, 10 représentant un individu en bonne santé sans douleur. Le score VISA-P maximal pour un individu ne présentant aucune pathologie est de 100 points [24].

- Les questions 1 à 3 dépeignent la douleur ressentie au niveau de la région patellaire,
- Les questions 4 à 6 concernent la fonction,
- Enfin, les questions 7 et 8 sont liées à la pratique sportive.

Ce questionnaire est spécifique, valide et fiable. Il permet de suivre l'évolution de l'état du tendon mais il n'est pas conçu pour détecter les tendinopathies patellaires, ce n'est pas un outil diagnostique. Il a été également adapté aux tendinopathies achilléennes (VISA-A) [24].

1.3.3.3 Imagerie

Pour compléter l'examen clinique et affiner le diagnostic de tendinopathie patellaire, des examens supplémentaires peuvent être réalisés.

La radiographie est réalisée en première intention afin d'éliminer les pathologies graves ou les diagnostics différentiels comme des pathologies osseuses ou articulaires. Par exemple, le diagnostic de patella alta, d'éventuelles érosions au niveau de la rotule, une potentielle arthropathie au niveau du genou, ou encore une dysplasie. Cependant, la radiographie seule ne permet pas de confirmer le diagnostic de jumper's knee. C'est pourquoi une échographie est toujours nécessaire dans le cas de tendinopathie [12].

L'échographie permet la visualisation directe des fibres tendineuses. De part son accessibilité, son faible coût et sa non dangerosité (non irradiante), elle représente l'examen de choix pour dépister la tendinopathie patellaire. « Un tendon physiologique apparaît à l'échographie comme un tissu régulier, fibrillaire et hyperéchogène » [25].

Elle rend possible la comparaison avec le tendon controlatéral. Les signes visibles à l'échographie sont « un épaissement global du tendon, une modification de son aspect fibrillaire, une hyperhémie au Doppler puissance, d'éventuelles érosions, calcifications ou fissures intra-tendineuses ». Elle peut mettre en évidence une atteinte de l'insertion tibiale qui est plus rare mais aussi la présence d'une bursite rétro-patellaire [12].

Malgré son caractère dynamique, nous ne pouvons pas visualiser à l'aide d'une échographie, contrairement à un IRM, un œdème osseux de la pointe de la patella ainsi qu'une inflammation de la graisse de Hoffa fréquemment associés dans les tendinopathies patellaires. En cas de doute de diagnostic ou de suspicion d'association lésionnelle, l'IRM est un examen complémentaire pour reconnaître une tendinopathie patellaire. Il met en évidence un épaissement tendineux en hyper signal T1, T2 sous la pointe patellaire [12].

Néanmoins, nous devons être prudent sur l'interprétation de ces examens para-clinique car la gravité de l'imagerie n'est pas toujours cohérente avec les symptômes décrits par le patient comme la douleur [12].

1.3.4 Etiologie

Il existe des facteurs de risque intrinsèques et extrinsèques dans l'apparition de la tendinopathie patellaire [26]. Lors de la prévention de cette dernière, les thérapeutes tentent d'éliminer lorsque c'est possible ces facteurs de risque.

- Facteurs extrinsèques
 - Technopathie : mauvaise adaptation du matériel à la surface de travail (surface dure, matériel, chaussage, volume et charge d'entraînement),
 - Hygiène de vie : hydratation, nutrition,
 - Prise de médicaments : hypolipémiants, fluoroquinolones.

- Facteurs intrinsèques
 - Genre,
 - Age,
 - Facteurs génétiques,
 - Facteurs métaboliques,
 - Manque de souplesse : diminution de l'amplitude de la talo-crurale,
 - Déséquilibre musculaire,
 - Surpoids,
 - Excès d'étirements,
 - Maladie chronique,
 - Inégalité de longueur des membres inférieurs,
 - Pieds creux.

1.3.5 Les traitements

1.3.5.1 Les traitements conventionnels

- Le repos

Le repos est un des piliers du traitement de toutes tendinopathies. Il ne s'agit pas d'un repos strict d'immobilisation mais d'un « repos relatif » permettant l'atténuation des douleurs en supprimant momentanément le geste responsable de la tendinopathie [12].

- Techniques antalgiques et manuelles

Les techniques à la disposition du kinésithérapeute sont la cryothérapie, ultrasons, la physiothérapie de type TENS, le taping, le massage antalgique, le massage transverse profond ainsi que des mobilisations du tendon.

En complément, le médecin peut prescrire des antalgiques et anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS). Cependant, les AINS peuvent s'avérer inefficaces si la tendinopathie n'est pas due à une inflammation locale [27].

- Etirements

Ils peuvent être passifs et réalisés par le masseur-kinésithérapeute ou en auto étirements effectués quotidiennement par le patient.

- Le renforcement excentrique

Il constitue avec le repos un des piliers du traitement de base des tendinopathies.

« Le travail musculaire excentrique, également appelé travail négatif, correspond à un allongement forcé du complexe muscle-tendon durant la contraction » [12]. Lors d'un mouvement excentrique, les niveaux de tensions étant élevés dans le tendon peuvent être responsables de micro-lésions. Néanmoins, de façon paradoxale, dans le cas d'une lésion tendineuse, « l'excentrique stimule la production de fibroblastes et favorise la

synthèse de collagène». Il permettrait au tendon de retrouver ses propriétés mécaniques notamment sa résistance aux contraintes en étirement [12].

Il a été initié par *Stanish* et *Curwin* dans les années 1980. En sollicitant la synthèse et le réalignement fonctionnel du collagène, il a pour objectif de diminuer la douleur des sujets atteints de tendinopathies. Il a également une action sur les mécanorécepteurs. Le protocole de renforcement excentrique peut commencer dès que le patient ne présente plus de douleurs au repos [12].

Il se compose d'un échauffement général suivi systématiquement par des étirements (quadriceps et ischio-jambiers), du travail statique et excentrique du quadriceps.

Il suit une progression. En effet, les premiers jours le patient effectue les exercices à « vitesse lente et faible charge ». Ensuite, la vitesse augmente puis la charge jusqu'à 80 % de la force maximale. Le résultat obtenu varie en fonction de la précision dans l'exécution des mouvements, de l'appréciation de la douleur et enfin du niveau de compétence du thérapeute. Pendant la séance de renforcement, la douleur ne doit pas dépasser 5 sur 10 sinon le thérapeute doit interrompre la rééducation. Après la séance, la douleur doit s'atténuer progressivement et cesser totalement le lendemain [12].

Le renforcement excentrique habituel se compose d'une descente lente et d'une remontée rapide, cependant le protocole de *Stanish* consiste en un squat bipodal, où la descente s'effectue rapidement contrairement à la remontée à vitesse lente. La vitesse augmente du 3^e au 7^e jour. Puis, la semaine suivante, « une augmentation de la charge corporelle de 10 % du poids du corps » est imposée tout en retournant à la vitesse initiale. Le protocole dure 12 semaines. Pendant les 6 premières semaines, le patient doit réaliser 3 séries de 10 répétitions tous les jours. Les 6 semaines suivantes, il passe à 3 fois par semaines [12].

Le repos sportif est largement conseillé pendant les 12 semaines de traitement par renforcement excentrique [28].

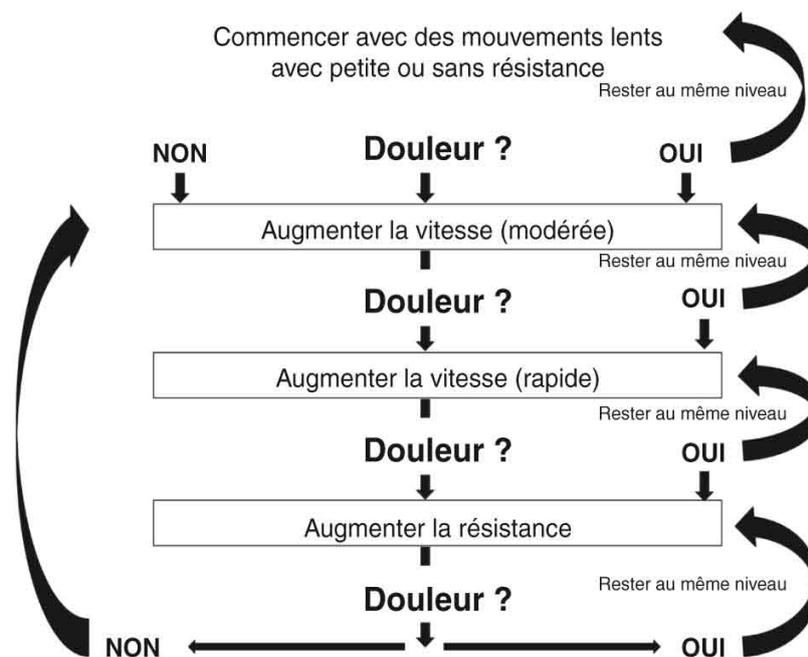


Figure 6 : Protocole de *Stanish* [12]

En 2004, *Purdam et Al* ont énoncé une théorie selon laquelle deux éléments limitent la charge excentrique exercée sur le tendon patellaire. Il s'agit de la flexion dorsale de cheville et de la tension du triceps. Ils ont alors placé un plan incliné à 25° sous les pieds du patient. Ainsi, le plan incliné permettrait au sujet réalisant son squat en charge unipodal d'éliminer ces deux barrières. Les sujets devaient descendre à 90° de flexion. 12 semaines plus tard, cette étude pilote démontre une amélioration de la douleur chez le groupe plan incliné contrairement à l'autre sur terrain plat [21]. Une année plus tard, l'équipe de *Purdam* réalise une nouvelle étude sur des volleyeurs utilisant le protocole de squat unipodal. Cependant la flexion de genou est ici limitée à 60°[29].

Zwerver, en 2007, réalise une étude sur le squat en charge unipodal mais en testant différents degrés d'inclinaison du plan [22].

1.3.5.2 Les traitements non conventionnels

- Les injections intra-tendineuses

Nous trouvons différentes substances injectées : plasma riche en plaquettes (PRP), corticostéroïdes, produit sclérosant ou aprotinine. De plus en plus de praticiens y ont recours. Une revue de littérature incluant trois essais cliniques randomisés a été réalisée sur les injections de plasma riche en plaquettes. Il s'avère que les évaluateurs ont conclu à une efficacité mais d'autres études scientifiques sont nécessaires pour prouver une réelle amélioration [28].

- La chirurgie

Elle est envisagée en derniers recours pour les tendinopathies. En effet, lorsque le traitement conservateur correctement réalisé pendant six à neuf mois n'a apporté aucun résultat, la chirurgie peut être considérée. Il existe plusieurs techniques chirurgicales : forage du pôle inférieur de la patella, résection de l'insertion tibiale et réalignement, excision des zones macroscopiquement pathologiques, peignage rotulien [28]...

1.4 Les ondes de choc comme traitement

1.4.1 Historique et définition

C'est à Munich, dans les années 1980, que les ondes de choc sont apparues pour la première fois. Elles ont été utilisées dans le domaine de l'urologie. Leur objectif était la désintégration de calculs rénaux de manière non invasive. En effet, un projet de recherche avait été conduit sur l'application des ondes de choc dans les lithiases urinaires. Cette technique est appelée lithotripsie ou lithotritie extracorporelle (LEC) [30].

A partir des années 1990, ce principe s'étend aux champs orthopédique et traumatologique afin d'engendrer une régénération des tissus.

Elles sont apparues en France il y a une vingtaine d'années. « Une onde de choc se caractérise par une augmentation transitoire et brutale de pression de forte amplitude pendant un temps très court (10 ns). A cette phase d'augmentation succède une phase de pression négative, un peu plus prolongée qui sera à l'origine des phénomènes de cavitation qui entrent en ligne de compte dans l'action mécanique des ondes de choc » [31]. Elles sont extracorporelles et non invasives. Elles produisent une néo-vascularisation rendant ainsi possible la régénération tissulaire.

L'onde de choc est une onde de pression qui décrit une courbe non linéaire. En effet, elle comprend deux phases : une négative et une positive. Le temps de montée est court (figure 7). « Ces deux phases ont un effet sur les interfaces entre les tissus de différentes densités. Pendant la phase positive, l'onde de choc à haute pression peut heurter une interface et engendrer des réflexions ou être progressivement absorbée. Des phénomènes de cavitation se forment durant la phase négative » [32].

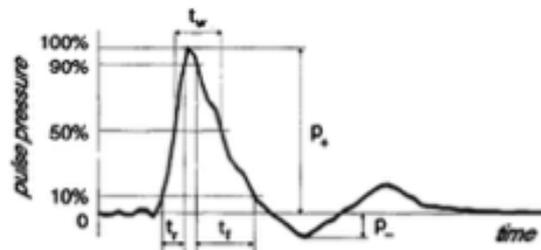


Figure 7 : Représentation de l'onde de choc [32]

Il existe deux types d'ondes de choc en kinésithérapie :

- Les ondes de choc radiales sont émises au contact de l'émetteur (appareils à choc direct).
- Les ondes de choc focales sont émises à distance de l'émetteur (appareils ultra sonore).

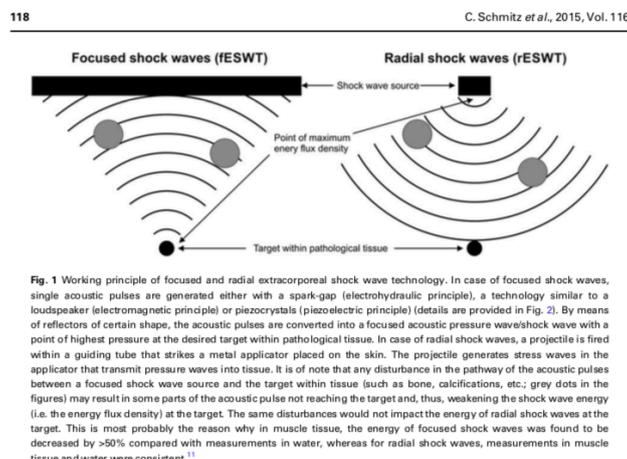


Figure 10 : Onde de choc focale versus onde de choc radiale [33]

L'onde de choc focale peut être créée par trois phénomènes différents : électro-hydraulique, électro-magnétique et piézo-électrique. Les vagues causant l'onde de choc sont produites dans l'eau à l'intérieur de l'applicateur. Une onde de choc est dite focale lorsque le champ de pression généré est convergent. La réflexion étant limitée, elle pénètre dans les tissus corporels, deux fois plus profondément que l'onde de choc radiale (10-11 cm contre 4-5 cm). La pression maximale provenant de l'onde de choc focale est atteinte dans « le foyer le plus profond du tissu corporel » [32].



Figure 8 : Champ de pression de l'appareil à onde de choc focale [32]

Les ondes de choc radiales ont un impact plus superficiel et une intensité en énergie moindre que les ondes de choc focales. Le terme radial est employé lorsque le champ de pression généré est divergent. Contrairement à l'onde de choc focale, la pression est d'emblée maximale à la source. Pour obtenir une onde de choc radiale, « il y a un tube avec de l'air comprimé, un projectile est accéléré et vient frapper un applicateur placé à l'extrémité du tube ». L'applicateur entre en contact avec la peau et vient propager l'onde de choc radial. Le champ de pression généré peut atteindre jusqu'à 4 cm dans les tissus mous. Elles ont été introduites plus récemment [32].

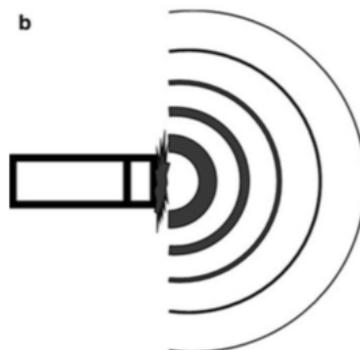


Figure 9 : Champ de pression d'un dispositif à onde de choc radiale [32]

1.4.2 Mode d'action

Il y a trois modes d'action : mécanique, biochimique et antalgique.

Les ondes de choc ont un mode d'action mécanique, elles sont défibrosantes et vont traumatiser le tendon. Des néo-lésions sont produites sur le tendon à l'échelle microscopique, dans le but d'obtenir une meilleure cicatrisation par la suite. Les résultats de l'action mécanique ne sont pas immédiats mais visibles sur le long terme, de l'ordre des délais de cicatrisation physiologiques (six semaines) [31].

Concernant l'action biochimique, les chocs répétés vont permettre de libérer des substances antalgiques au niveau local. De plus, nous observons un effet sur la concentration de la substance P qui est un neurotransmetteur de la douleur. Ainsi, les ondes de choc provoquent une diminution de cette substance. L'amélioration clinique visible dès les premières séances est corrélée à cette action biochimique, l'action mécanique n'ayant pas encore débutée [31].

L'action antalgique immédiate est due à la théorie du gate-control. C'est un effet à court terme [31].

Selon *Notarnicola* [34], il existe cinq facteurs de croissance jouant un rôle dans la cicatrisation du tendon :

- Insulin-like Growth Factor 1 (IGF-I),
- Platelet-Derived Growth Factor (PDGF),
- Vascular Endothelial Growth Factor (VEGF),
- Basic Fibroblast Growth Factor (b-FGF),
- Transforming Growth Factor Beta (TGF-beta).

Les ondes de choc stimulent la production des facteurs de croissance TGF-b1 et IGF-1, responsables de la synthèse de la matrice extra cellulaire. De plus, le TGF-b1 a été décrit comme inhibiteur de l'inflammation. Les ondes de choc provoquent la synthèse du collagène de type I, de type III et des ténocytes représentant les cellules du tendon [34].

1.4.3 Indications

- Tendinopathies : enthésopathie, épicondylite, aponévrose plantaire, tendon d'achille, tendinopathie patellaire,
- Pathologies osseuses : mauvaise consolidation osseuse, pseudarthrose,
- Calcifications, épines calcanéennes,
- Trigger point,
- Blessures : fasciite plantaire, périostite, déchirure musculaire à répétition [35].

1.4.4 Contre indications

- **En cas de traitement anti-coagulant ou de troubles de la coagulation,**
- **En cas de Syndrome douloureux régional complexe,**
- Sur les zones de croissance osseuse ou ostéosynthèse,
- Enfant et adolescent (néfaste sur le cartilage de croissance),
- Sur les zones du tronc à cause de la proximité avec les organes vitaux et les vertèbres,
- Pathologie de croissance (Osgood-schlatter, maladie de Sever),
- Pacemaker,
- Présence de matériel métallique à proximité de la zone à traiter,
- Tumeur, infection, plaie,
- Injection de corticoïdes ou infiltration datant de moins de six semaines,
- Grossesse [31].

La douleur induite par les ondes de choc doit rester tolérable par le patient. Des effets secondaires tels que la douleur, la rougeur, des oedèmes locaux ou ecchymoses peuvent être observés chez certains patients. Ils sont sujet-dépendant et doivent rester mineurs pour ne pas conduire à la suspension du traitement. Ils sont retrouvés « chez 10 à 20 % des patients » [31].

1.4.5 Application en kinésithérapie

L'effet produit par les ondes de choc est similaire à celui du massage transverse profond mais elles sont davantage puissantes, constantes et reproductibles [31].

Lors de la séance, le patient doit être confortablement installé. Trois paramètres sont modifiables. Il s'agit de la pression (en général 2 à 3 bars), de la fréquence (10 à 15 HZ) et du nombre total de coups délivrés (variant entre 1500 et 2000 généralement) [35].

L'espacement entre les séances doit être suffisant. L'application des ondes de choc concerne le plus fréquemment les tendinopathies patellaires proximales. Le tendon doit être mis en tension pendant l'application des ondes de choc [31].

Les ondes de choc relèvent d'une prescription médicale.

1.5 Objectif de la revue

Selon la littérature, l'exercice musculaire excentrique est le traitement de référence de toutes tendinopathies. L'objectif de cette revue est de savoir si la prise en charge par onde de choc peut apporter une arme supplémentaire dans l'arsenal thérapeutique face aux tendinopathies patellaires.

Par ailleurs, deux études randomisées contrôlées portant sur le traitement des ondes de choc uniquement dans la tendinopathie patellaire, ont été annoncées dans la littérature.

Il s'agit de :

- « The Topshock study » qui consiste à comparer les ondes de choc radiales et focales, publiée en 2011 [36].
- « The Topgame study » qui s'intéresse à l'efficacité des ondes de choc focales, publiée en 2010 [37].

Van der Worp, Zwerver et leur équipe ont réalisé une étude ayant pour objectif de comparer les ondes de choc focales et radiales en 2013 [38]. En 2011, ces derniers avaient mis en place « the Topgame study » pour déterminer l'efficacité des ondes de choc dans le traitement des tendinopathies patellaires chroniques chez les athlètes [39].

L'objectif principal de cette revue est de savoir si à l'heure actuelle, il est bénéfique d'intégrer les ondes de choc dans le traitement des tendinopathies patellaires. Les résultats permettront d'orienter les décisions cliniques.

2 Méthode

2.1 Critère d'éligibilité des études pour cette revue

2.1.1 Types d'études

Cette revue de littérature est une revue systématique d'ordre thérapeutique qui a pour objectif de déterminer s'il est judicieux d'intégrer les ondes de choc dans le traitement des tendinopathies patellaires. Nous allons donc comparer les ondes de choc à d'autres traitements existants dans la littérature. Cette revue ne comprendra que des essais cliniques randomisés qui représentent le meilleur schéma d'étude pour répondre aux questions thérapeutiques. Nous nous appuyerons sur cinq articles pour un total de 253 patients.

Les essais cliniques randomisés comprennent un groupe témoin et un groupe expérimental. Les chercheurs affectent les sujets éligibles dans chaque groupe de manière aléatoire. La randomisation est le seul moyen efficace pour éviter les biais de sélection.

Les autres types d'études comprenant les revues systématiques, les secondes analyses et les études de cohortes seront donc exclus.

2.1.2 Population / Pathologie

Seules les études intervenant sur des êtres humains ont été incluses. Les études ne s'intéressent qu'à des personnes majeures (pour éviter les maladies présentes à l'adolescence comme le syndrome fémoro-patellaire ou la maladie d'Osgood-Schlatter) et sportives (basketball, handball, volleyball, jogging, haltérophilie, aviron et lutte). L'atteinte peut être uni ou bilatérale. Tous les sujets éligibles présentent une tendinopathie patellaire et ont été diagnostiqués à l'aide d'une des méthodes suivantes :

- Une échographie,
- Un diagnostic clinique (palpation, sensibilité ou douleur présentes au niveau du tendon, symptômes),
- Un score Visa-P < 80.

La présence de maladies inflammatoires ou d'autres pathologies co-existantes du genou est un critère d'exclusion. De plus, la chirurgie ou l'utilisation de médicaments tels que des anti-inflammatoires ou des anticoagulants sont également des critères d'exclusion.

Les essais autorisant la poursuite d'activité sportive pendant le traitement ont été inclus.

2.1.3 Intervention

L'intervention sera l'utilisation d'onde de choc seule ou associée à des exercices de renforcement excentrique. C'est-à-dire, que le groupe expérimental aura les ondes de choc associées au renforcement excentrique et que le groupe témoin n'aura que les exercices. Pour éviter tout biais supplémentaires, nous privilégions un seul type d'onde de choc, les focales qui sont le plus répandues dans la littérature. Les études dont l'intervention sont les ondes de choc radiales ont donc été exclues.

La pression, la fréquence, le nombre total de coups et de séances sont précisés pour chaque article.

2.1.4 Comparateur

Nous avons accepté tout type d'intervention contrôle hormis le traitement chirurgical. Le comparateur comprendra tous les autres types de traitements non invasifs utilisés dans les tendinopathies patellaires tels que :

- Le renforcement excentrique,
- Les traitements conservateurs comme la physiothérapie, le strapping, les exercices, les AINS, les ultrasons,
- Les injections de plasma,
- Le placebo,
- Nous avons intégré un article comparant les ondes de choc focales et radiales. Le comparateur sera donc les ondes de choc radiales.

2.1.5 Critères de jugement

Le critère de jugement principal est la mesure de la gravité de la tendinopathie patellaire. Il a été évalué à l'aide du score VISA-P (voir page 11). Il étudie la douleur, le retentissement fonctionnel et la capacité à faire du sport.

Le critère de jugement secondaire est fondé sur l'échelle visuelle analogique, appelée « Visual analogue scale » qui mesure l'intensité de la douleur ressentie. Elle est échelonnée de 0 à 10.

Les articles sélectionnés analysent obligatoirement ces deux critères de jugement.

2.2 Méthodologie de recherche des études

2.2.1 Les sources documentaires investiguées

La recherche d'article a été réalisée jusqu'à décembre 2019 et à l'aide de trois sources documentaires qui sont Pubmed, Pedro et Cochrane Library.

Pubmed est le principal moteur de recherche gratuit spécialisé en science médicale et biomédicale. Depuis 1996, il offre l'accès à la base de données bibliographiques Medline. Il a été lancé par « Le centre Américain pour les informations biotechnologiques », le « NCBI ». Il compte à ce jour « plus de 30 millions de citations pour la littérature biomédicale de Medline, des revues ou également des livres en ligne ». Les citations permettent d'accéder à l'article intégral lorsque celui-ci est disponible [40]. L'interface et le contenu sont en anglais, l'investigation se fera donc en anglais également.

Pedro est « une base de donnée de physiothérapie fondée sur les preuves, regroupant plus de 46 000 essais cliniques randomisés, revues de littérature ou encore recommandations de pratique clinique pour la physiothérapie ». Ce moteur de recherche attribue une note de qualité aux essais cliniques randomisés permettant ainsi de donner un aperçu de leur validité ou de savoir s'ils contiennent suffisamment d'informations pour orienter la pratique clinique. Il est produit par « Institute for Musculoskeletal Health » [41].

Enfin, Cochrane Library est une bibliothèque se caractérisant par plusieurs bases de données dans le domaine de la science médicale. Elle comprend plus de 7 000 revues et près de 2 000 protocoles.

D'autres études qui ne sont pas des essais cliniques ont été incluses dans notre revue de littérature. Elles ont permis d'alimenter notre mémoire, notamment la partie traitant de la discussion et d'apporter des ressources supplémentaires.

2.2.2 Equation de recherche

L'équation de recherche a été réalisée pour chaque base de donnée. Elle se réfère à l'objectif PICO. Ainsi, nous pouvons nous demander si les ondes de choc sont efficaces dans le traitement de la tendinopathie patellaire.

Selon le modèle PICO :

- Population : Ensemble de sportifs majeurs atteints de tendinopathie patellaire.
- Intervention : Application d'onde de choc.
- Comparaison : Autres traitements non invasifs ou placebo.
- Outcome : Amélioration du score Visa-P, diminution de la douleur, amélioration de la fonction.

Les équations de recherche ont été effectuées en anglais, à l'aide de mots clefs et sur Pubmed, elles ont été séparées par des opérateurs booléens qui sont AND, OR, NOT.

Tableau 1 : Equations de recherche

Moteur de recherche	Equation de recherche	Nombre de résultats
Pubmed	« Patellar tendinopathy OR Patellar ligament OR Jumper's knee » AND « Shockwave OR ESWT » AND « Treatment »	51
Pedro	Abstract and title : « Patellar tendinopathy and shockwave »	8
Cochrane	Title Abstract Keyword : « (Patellar tendinopathy OR Patellar ligament OR Jumper's knee) AND (Shockwave or ESWT) »	20

2.3 Méthode d'extraction et d'analyse des données

2.3.1 Méthode de sélection des études

Pour sélectionner les articles, j'ai suivi plusieurs étapes :

- **Etape n°1** : Dans un premier temps, j'ai établi mon équation de recherche à l'aide de mots clefs et j'ai ensuite investigué les trois bases de données citées précédemment.
- **Etape n°2** : J'ai sélectionné les études par lecture des titres et des abstracts. J'ai ainsi pu éliminer les essais non pertinents. Le but était ici de garder le maximum d'articles pour avoir une revue complète. Si j'hésitais, il était plus judicieux d'inclure l'étude et de l'exclure lors de la lecture du corps entier.
- **Etape n°3** : J'ai rassemblé les articles trouvés sur les différents moteurs de recherche et supprimé les doublons.
- **Etape n°4** : J'ai ensuite lu le corps entier de l'article et vérifié qu'il respecte les critères d'éligibilité.
- **Etape n°5** : Inclusion finale des essais et recueil de données.

J'ai choisi d'inclure uniquement des essais cliniques randomisés publiés après 2006. La population sera composée de patients sportifs présentant une tendinopathie patellaire. Les articles de cette revue auront un score sur l'échelle de Pedro supérieur ou égal à 6 sur 10.

2.3.2 Evaluation de la qualité méthodologique des études sélectionnées

L'évaluation de la qualité méthodologique est très importante, elle permet de s'assurer que les études ont été conduites en respectant des normes et de déterminer ainsi la validité de chaque essai.

Pour évaluer la qualité méthodologique des études sélectionnées, nous utiliserons l'échelle Pedro (**annexe 2**) qui est une grille de lecture adaptée pour les essais cliniques randomisés. L'échelle Pedro a été conçue en s'appuyant sur la liste Delphi réalisée en 1998 par *Verhagen* et son équipe au département d'épidémiologie de l'Université de Maastricht [42].

A cette liste, ont été rajoutés deux items supplémentaires, les numéros 8 et 10 pour construire l'échelle Pedro.

Une version Franco-canadienne a été rédigée par un comité d'expert en 2015. Elle a permis d'établir une traduction de la « Pedro Scale » et d'analyser la validité de son contenu [43].

Le critère numéro 1 concerne la validité externe de l'étude. Il n'est pas comptabilisé dans le score total Pedro. Il est respecté si la source de recrutement des patients ainsi que les critères d'éligibilité de participation à l'étude sont décrits [44].

Les critères 2 à 11 font référence à la validité interne de l'article. Ces dix items donnent le score Pedro. Plus le résultat est proche de 10 sur 10, plus l'article aura une bonne qualité méthodologique. Cependant, un score de 10 sur 10 ne prouve pas que l'essai soit cliniquement pertinent. Il faudra prendre en compte la taille de l'effet ainsi que l'applicabilité.

Les critères 2 à 4 permettent de savoir si les sujets ont été répartis de manière aléatoire, si cette répartition a respecté une assignation secrète, c'est-à-dire que la personne qui a sélectionné les sujets ne sait pas dans quel groupe ils ont été dispatchés, et enfin si les groupes étaient comparables ou non au début de l'étude. Ces items, s'ils ne sont pas respectés constitueront les biais de sélection.

Les critères 5 à 7 examinent si les sujets, thérapeutes et examinateurs étaient en « aveugle ». Cela signifie qu'ils ne savent pas dans quels groupes ils seraient assignés. Ces items représentent les biais d'évaluation.

Le critère numéro 8 analyse le suivi des participants. En effet, il est validé si au moins pour 85 % des sujets, nous avons pu obtenir les mesures pour les critères de jugement essentiels. Il détermine le biais de suivi.

L'item 9 fait référence aux sujets qui ont adhéré à l'étude. Son but est de savoir si le traitement a été appliqué à tous les participants. Pour les patients perdus de vue, ce critère est respecté lorsqu'ils ont été analysés comme en « intention de traiter ». Il constitue le biais d'attrition.

Enfin, les critères 10 et 11 s'intéressent à la comparaison des résultats entre les groupes ainsi qu'à l'estimation de l'effet (taille de l'effet) et de sa variabilité qui inclue les écarts-types, les intervalles de confiance, les étendues [44]...

Les scores Pedro des études sélectionnées seront décrits dans la partie résultat.

2.3.3 Extraction des données

Pour chaque article, les données ont été extraites. Elles regroupent :

- Les notifications de l'essai clinique : le nom des auteurs, la date de publication, le pays de réalisation, le design de l'étude ainsi que les objectifs.
- Les informations des participants : le nombre inclus, l'âge, le genre, l'état de santé, le sport pratiqué, les critères d'inclusion et d'exclusion, la randomisation des sujets ainsi que la poursuite de l'activité physique ou non durant le traitement.
- Le détail de l'intervention : le réglage de la fréquence, de la pression et du nombre de coups. Le nombre de séances et leur espacement seront également indiqués.

- Les différents types de comparateurs.
- Le critère de jugement.
- L'analyse des résultats du score VISA-P, de l'échelle analogique de la douleur, l'intervalle de confiance, les différences de moyennes ainsi que les odds ratio.

2.3.4 Méthode de synthèse des résultats

Les résultats seront analysés dans un premier temps, de manière individuelle et descriptive, pour chaque étude sous forme de tableau (synthèse qualitative).

L'interprétation des résultats se fera à l'aide de différence de moyenne, d'odds ratio et d'intervalle de confiance. Ils auront pour but de déterminer si les résultats sont statistiquement significatifs.

Dans un second temps, une méta-analyse (synthèse quantitative) sera effectuée pour mettre en lien les différents essais cliniques. Nous la réaliserons sous forme de « forest plot » ou graphique en forêt.

3 Résultats

3.1 Description des études

3.1.1 Processus de sélection des études

J'ai utilisé trois moteurs de recherche avec trois équations différentes décrites dans le *Tableau 1*. Elles m'ont permis d'accéder à 79 références répertoriées dans les bases de données. J'ai ensuite sélectionné les articles par lecture du titre pour chaque moteur de recherche. Après éliminations des doublons, j'ai obtenu 30 études.

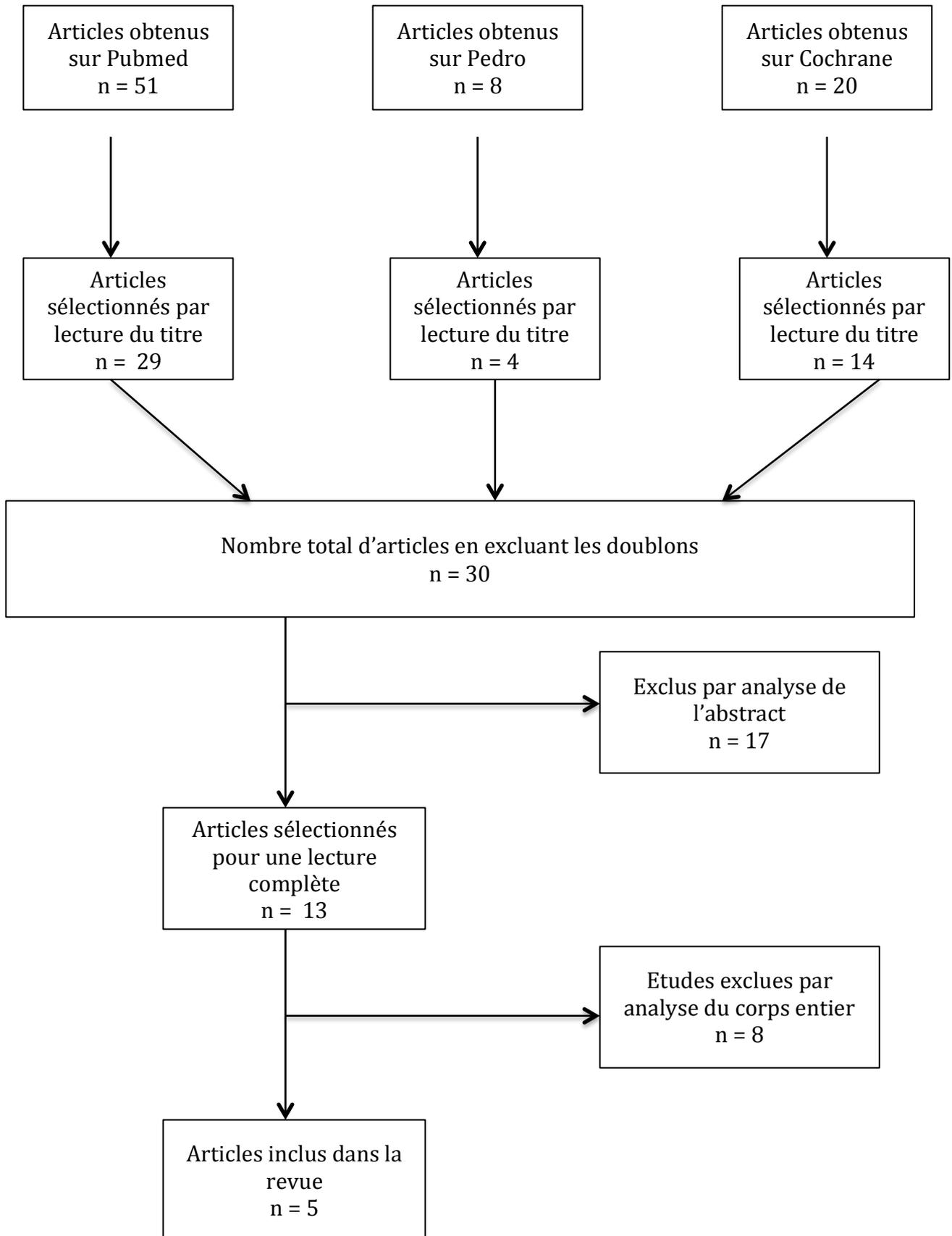
Dans un second temps, je me suis dirigée vers la lecture des 30 abstracts. Ainsi, ont été éliminés, tous les articles qui n'étaient pas des essais cliniques randomisés. J'ai exclu les analyses secondaires, les revues, les protocoles ainsi que les études pilotes. J'ai également supprimé les études qui ne parlaient pas exclusivement de tendinopathie patellaire.

13 études ont été sélectionnées pour une lecture complète. Suite à l'analyse du corps entier, seulement 5 études ont été retenues conformément aux critères d'éligibilité pour l'évaluation méthodologique. Tous les articles inclus sont des essais cliniques randomisés publiés après 2006 ayant un score Pedro supérieur ou égal à 6 sur 10. Nous acceptons tous les traitements comparateurs excepté la chirurgie.

Donc 8 essais ont été exclus après lecture complète, leur motif d'exclusion sera détaillé dans un tableau.

Ce processus de sélection des études a été synthétisé dans un diagramme de flux.

Figure 11 : Diagramme de flux selon le modèle Prisma



3.1.2 Etudes exclues après lecture complète

Les détails des motifs d'exclusion des 8 articles après analyse du corps entier sont retranscrits dans le tableau suivant.

Tableau 2 : Caractéristiques des études exclues

Etudes	Motifs d'exclusions
Zhang (2019) [45]	- Pas un essai clinique randomisé. - Etude cas témoins.
Furia/Rompe (2012) [46]	- Les participants ne sont pas sportifs. - Essai clinique non randomisé.
Koen (2002) [47]	- Etude publiée avant 2006. - Le traitement comparateur est la chirurgie.
K.M Taunton (2003) [48]	- Etude publiée avant 2006. - Essai clinique randomisé mais Pedro 1/10.
J. Smith (2014) [49]	- Article non disponible entièrement, résultats absents.
HLM Williams (2017) [50]	- Pas un essai clinique randomisé. - Même traitement par onde de choc pour les deux groupes, donc pas de groupe contrôle. - En cas d'échec, les patients ont suivi une intervention chirurgicale sous forme d'un débridement arthroscopique.
Wai-Chun Lee (2017) [51]	- Essai clinique randomisé mais Pedro 4/10.
Cheng (2018) [52]	- Etude utilisant comme intervention des ondes de choc radiales. - Critère de jugement uniquement EVA, n'analyse pas le score VISA-P qui est notre critère de jugement principal.

3.1.3 Etudes incluses

Au total, cinq essais cliniques randomisés ont été intégrés dans cette revue. Toutes les études ont été rédigées en anglais et publiées après 2006. Elles ont été conduites dans trois pays différents : trois aux Pays bas, une à Taiwan et une en Italie. Nous trouvons l'étude de :

- Wang (2007) [53],
- Zwerver (2011) [39],
- Vulpiani et al (2013) [54],
- Van der Worp, Zwerver, Hamstra (2013) [38],
- Thijs (2017) [55].

Nous présenterons les caractéristiques des études incluses sous forme de tableau. Nous développerons les détails de chaque essai concernant les participants, les interventions, les comparateurs et les résultats.

Tableau 3 : Caractéristiques des études incluses

Etude	Participants	Intervention	Comparaison	Résultats
<p>Ching-Jen Wang [53]</p> <p>Année : 2007</p> <p>Pays : Taiwan</p> <p>Essai clinique randomisé</p>	<p>50 patients majeurs (dont 54 tendons) atteints de tendinopathie patellaire (TP) chronique (extrémité proximale).</p> <p>- 27 patients (30 tendons) dans le groupe expérimental (GE). 3 patients traités en bilatéral. Age : 29,4 ± 10,5 Durée des symptômes : 16,2 ± 17,2 mois Genre H/F : 14/13</p> <p>- 23 patients (24 tendons) dans le groupe contrôle (GC). 1 patient traité en bilatéral Age : 30,2 ± 10,4 Durée des symptômes : 11,3 ± 10,9 mois Genre H/F : 13/10</p> <p>Sports : Basketball, course, musculation et lutte.</p> <p>Critères d'inclusion :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Patients en bonne santé générale, présentant une TP établie par un examen physique et l'histoire de la maladie. - Douleur ≥ 5 sur EVA dans les escaliers. - Visa-P < 80. <p>Critères d'exclusion : patients sous injection de cortisone, immunosuppresseurs, diabète, infection, arthrite, fracture autour du genou, pacemaker et femmes enceintes.</p>	<p>Onde de choc focale en ambulatoire sans anesthésie locale ou générale. Appareil : « Ossatron, High Medical Technology, Suisse ». Chaque tendon a été traité avec 1500 impulsions à 14 kV (équivalent à une densité de flux d'énergie de 0,18 mJ/mm²).</p> <p>Le point de la sensibilité maximale du tendon a été identifié par la palpation et l'emplacement de la lésion a été focalisé avec le laser.</p> <p>La profondeur de la propagation de l'onde de choc a été estimée à l'aide d'un guide à ultrasons. Un lubrifiant chirurgical a été appliqué sur la peau. Au départ, la fréquence était de 1 impulsion par seconde puis est passée à 2 chocs par seconde lorsque c'était tolérable. Application ensuite d'une poche de glace et antalgique non narcotique si douleur (acétaminophène). Autorisation activité légère. Interdiction sport pendant 4-6 semaines. 3 patients (4 tendons) ont reçu une seconde session.</p>	<p>Traitements conservateurs :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Anti-inflammatoires non stéroïdiens. - Physiothérapie : compresses chaudes, froides, la phonophorèse et le massage par friction. - Un programme d'exercice : étirements, excentrique du tendon patellaire et renforcement quadriceps et ischio-jambiers. - Utilisation d'une sangle de genou et modifications des niveaux d'activité. <p>Les thérapeutes ont commencé avec les AINS. Pratiquement tous les patients ont été ensuite traités avec plusieurs modalités. Aucun sujet n'a reçu d'injection locale de cortisone.</p>	<p>Examens de suivi réalisés à 1, 3, 6 et 12 mois. Puis une fois par an. Les moyennes et les écarts types ont été donnés.</p> <p><u>EVA</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> - GE : avant traitement 6 ± 1,74 Après traitement 0,59 ± 1,01 p < 0,001 - GC : avant traitement 5,38 ± 0,92 Après traitement 4,72 ± 1,35 p < 0,450 <p><u>Visa-P</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> - GE : avant 42,57 ± 10,22 Après 92,0 ± 10,17 p < 0,001 - GC : avant 39,25 ± 10,85 Après 41,04 ± 10,96 p < 0,286

Etude	Participants	Intervention	Comparaison	Résultats
<p>Zwerver [39]</p> <p>Année : 2011</p> <p>Pays : Pays bas</p> <p>Essai clinique randomisé</p>	<p>62 patients entre 18 et 35 ans atteints de tendinopathie patellaire (TP), très majoritairement extrémité proximale. Dans le cas de TP bilatérale, seul le genou le plus douloureux a été traité.</p> <p>- 31 sujets dans le groupe expérimental (GE). Age : 24,2 ± 5,2 Durée des symptômes : 7,3 ± 3,6 mois Genre H/F : 20/11</p> <p>- 31 sujets dans le groupe contrôle (GC). Age : 25,7 ± 4,5 Durée des symptômes : 8,1 ± 3,8 mois Genre H/F : 21/10</p> <p>Sports : volleyball, basketball et handball.</p> <p>Critères d'inclusion :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Antécédents de douleurs du genou et sensibilité au niveau du tendon à la palpation. - Symptômes présents de 3 à 12 mois. - Visa-P < 80. <p>Critères d'exclusion : injections de corticostéroïdes, AINS à long terme, chirurgie du genou, grossesse, tumeurs, anticoagulants.</p>	<p>Administration de 3 séances d'onde de choc focale à intervalle d'une semaine.</p> <p>Utilisation d'un dispositif piézo-électrique d'Allemagne. Pas d'anesthésie.</p> <p>Le physiothérapeute a palpé le tendon pour trouver le point le plus douloureux.</p> <p>Le tendon a été traité avec 2000 impulsions à une fréquence de 4 Hz. La densité du flux d'énergie a été appliquée jusqu'à un maximum de 0,58 mJ/mm² (niveau 20) selon la tolérance de chaque individu.</p> <p>Toutes les 100 impulsions, le physiothérapeute demande au patient si le traitement est tolérable. Si la réponse est oui, il augmente la densité d'énergie d'un niveau. Un gel de transmission a été appliqué entre la peau et l'appareil.</p> <p>Position : genou légèrement fléchi. Les ondes de choc sont focalisées sur la zone la plus douloureuse du tendon ou de l'insertion (pôle inférieur de la patella).</p> <p>Les athlètes continuent leurs entraînements et compétitions.</p>	<p>Traitement placebo.</p> <p>La procédure est la même que pour l'intervention sauf qu'aucun gel de transmission n'est utilisé entre l'applicateur et le tampon de mise en point. Ainsi, les ondes de choc ne sont pas ou très peu conduites avec des densités inférieures à 0,03 mJ/mm².</p> <p>Après le traitement, possibilité d'utiliser des antalgiques en cas de fortes douleurs (acétaminophène).</p>	<p>Les mesures ont été prises à la semaine 1, 12 et 22. Nous donnons les moyennes et entre parenthèses les écarts types.</p> <p><u>EVA pendant le sport :</u></p> <p>GE : à la base : 4,9 (2,3) 1 semaine : 3,8 (2,4) 12 semaines : 4,4 (2,6) 22 semaines : 3,2 (2,7)</p> <p>GC : à la base : 4,6 (2,3) 1 semaine : 3,8 (2,8) 12 semaines : 4,2 (3,1) 22 semaines : 4,0 (3,0)</p> <p><u>Visa-P :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - GE : à la base : 59,4 (11,7) 1 semaine : 66,8 (16,2) 12 semaines : 66,7 (17,5) 22 semaines : 70,5 (18,9) - GC : à la base : 62,4 (13,4) 1 semaine : 66,3 (19,0) 12 semaines : 68,9 (20,3) 22 semaines : 72,7 (18,0)

Etude	Participants	Intervention	Comparaison	Résultats
<p>Vulpiani et Al [54]</p> <p>Année : 2013</p> <p>Pays : Italie</p> <p>Essai clinique randomisé</p>	<p>46 patients entre 18 et 50 ans atteints de tendinopathie patellaire (TP) à l'insertion du tendon, pôle inférieur de la rotule. Ils ont inclus uniquement des TP unilatérales chroniques.</p> <p>- 23 sujets dans le groupe expérimental (GE). Age : 26,8 ± 8,5 Durée des symptômes : 17,6 ± 20,2 mois Genre H/F : 17/6 Athlète de haut niveau/amateur : 18/5</p> <p>- 23 sujets dans le groupe contrôle (GC). Age : 26,9 ± 9,1 Durée des symptômes : 18,9 ± 19,1 mois Genre H/F : 20/3 Athlète de haut niveau/amateur : 18/5 Sports : basketball, volleyball, football.</p> <p>Critères d'inclusion :</p> <ul style="list-style-type: none"> - TP diagnostiquée cliniquement par un médecin et confirmée par échographie. - Symptômes présents pendant au moins 6 mois. - Visa-P < 80. <p>Critères d'exclusion : chirurgie du genou, lésions du genou co-existantes, injections corticostéroïdes, diabète, polyarthrite rhumatoïde, maladie cardiovasculaire, infection, immunodépression, patient sous anticoagulant et grossesse.</p>	<p>Utilisation d'onde de choc électromagnétique focale (STORZ Medical, Suisse).</p> <p>Chaque patient a reçu 3 séances à intervalle de 48 à 72 heures.</p> <p>Au cours de chaque session, 2400 impulsions ont été administrées avec une densité de flux de 0,17 à 0, 25 mJ/mm², en fonction de la tolérance du sujet.</p> <p>Un gel de transmission a été appliqué pour minimiser la perte.</p> <p>Un guidage ultrasonique a été utilisé pour se focaliser sur la zone lésée du tendon patellaire.</p> <p>Pas d'anesthésie locale.</p> <p>Une semaine après la dernière séance, le groupe expérimental et contrôle ont suivi pendant 2 semaines un protocole d'étirement (quad, ischio-jambiers et triceps) et de renforcement musculaire de la cuisse (isotonique et isométrique). Le protocole est détaillé dans l'article.</p>	<p>Injection de plasma riche en plaquettes (PRP). Il a été obtenu par une seule centrifugation pour isoler les plaquettes en utilisant le système de préparation autologue « Mycells », Israël.</p> <p>10 ml de sang du patient ont été prélevés. Le tube a été ensuite, centrifugé pendant 10 min permettant d'obtenir 6 à 7 ml de plasma avec une concentration plaquettaire 3 à 5 fois supérieure à celle de base.</p> <p>Les 23 patients ont reçu 2 injections autologues d'environ 2 ml de PRP à l'aide d'une aiguille de 22 g. Ils ont réalisé 1 injection par semaine pendant 2 semaines sous échographie avec guidage doppler.</p> <p>La zone d'injection a été repérée dans un premier temps en détectant l'hypoéchogénicité du tendon. Un pansement a été appliqué. Le sujet s'est reposé 15 min sans bouger la jambe avant de reprendre ses activités.</p> <p>Pas d'anesthésie locale.</p>	<p>Les résultats ont été relevés à 2, 6 et 12 mois. Nous donnons les moyennes et entre parenthèses les écarts types.</p> <p><u>EVA</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> - GE : à la base : 6,3 (2,0) 2 mois : 3,9 (1,9) 6 mois : 3,9 (2,3) 12 mois : 3,2 (2,4) - GC : à la base : 6,6 (1,8) 2 mois : 3,2 (1,8) 6 mois : 2,4 (1,9) 12 mois : 1,5 (1,7) <p><u>Visa-P</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> - GE : à la base : 56,1 (19,9) 2 mois : 71,3 (19,1) 6 mois : 73,7 (19,9) 12 mois : 77,6 (19,9) - GC : à la base : 55,3 (14,3) 2 mois : 76,2 (16,5) 6 mois : 86,7 (14,2) 12 mois : 91,3 (9,9)

Etude	Participants	Intervention	Comparaison	Résultats
<p>Van der Worp Zwerver Hamstra [38]</p> <p>Année : 2013</p> <p>Pays : Pays bas</p> <p>Essai clinique randomisé</p>	<p>43 patients (57 tendons) entre 18 et 50 ans atteints de tendinopathie patellaire (TP) confirmée par l'histoire de la maladie et l'examen clinique. En cas de doute, une imagerie a été réalisée.</p> <p>- 21 sujets (31 tendons) dans le groupe expérimental (GE). Age : 28,8 ± 10,3 Durée des symptômes : 32,7 ± 28,7 mois Genre H/F : 16/5</p> <p>- 22 sujets (26 tendons) dans le groupe contrôle (GC). Age : 33,4 ± 10,7 Durée des symptômes : 38,6 ± 56,9 mois Genre H/F : 16/6</p> <p>Sport : volleyball, course, handball, basketball, football, fitness, tennis.</p> <p>Critères d'inclusion :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Antécédent de douleur dans le tendon patellaire. - Symptômes présents depuis au moins 3 mois (sensibilité à la palpation du tendon). VISA-P < 80. <p>Critères d'exclusion : Autres pathologies du genou, chirurgie, injection, utilisation quotidienne d'AINS ou anticoagulant.</p>	<p>Onde de choc focale + exercices excentriques.</p> <p>Appareil « Storz Medical, Suisse ». Trois sessions d'onde de choc à intervalle d'une semaine. 2000 impulsions à 4 Hz avec une intensité de 0,12 mJ/mm² ont été délivrées. Si les deux genoux sont traités, ils reçoivent le même traitement.</p> <p>2 semaines après le traitement, les exercices ont débuté. Protocole :</p> <ul style="list-style-type: none"> - squat à une jambe sur une planche de déclin. <p>3 séries de 15 répétitions, 2 fois par jour et 5 jours par semaine ont été effectuées. Ils évaluent leur douleur de 0 à 10. Si la douleur est inférieure à 4, ils augmentent la charge en utilisant un sac à dos.</p> <p>Il a été conseillé aux sujets de diminuer leur activité sportive pendant le traitement et quelques semaines après.</p>	<p>Onde de choc radiale + exercices excentriques.</p> <p>Appareil « Storz Medical, Suisse ».</p> <p>Trois sessions d'onde de choc à intervalle d'une semaine. 2000 impulsions à 8 Hz avec une intensité de 2,4 bars ont été appliquées.</p> <p>Exercices en excentrique : même protocole que pour le groupe intervention.</p>	<p>Les résultats ont été relevés à 1, 4, 7 et 14 semaines. Nous donnons les moyennes et entre parenthèses les écarts types.</p> <p><u>EVA pendant le sport :</u></p> <p>GE : à la base : 6,1 (2,6) 7 semaines : 4,6 (3,0) 14 semaines : 3,3 (3,0)</p> <p>GC : à la base : 6,0 (2,4) 7 semaines : 4,4 (2,8) 14 semaines : 4,0 (2,6)</p> <p><u>Visa-P :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - GE : à la base : 48,6 (18,7) 1 semaine : 53,7 (17,2) 4 semaines : 54,1 (16,3) 7 semaines : 59,6 (16,9) 14 semaines : 63,6 (24,2) - GC : à la base : 48,8 (17,2) 1 semaine : 53,9 (16,0) 4 semaines : 58,1 (18,2) 7 semaines : 53,5 (21,5) 14 semaines : 58,4 (22,1)

Etude	Participants	Intervention	Comparaison	Résultats
<p>Thijs [55]</p> <p>Année : 2017</p> <p>Pays : Pays bas</p> <p>Essai clinique randomisé</p>	<p>52 patients âgés de 18 à 40 ans atteints de tendinopathie patellaire diagnostiquée par un médecin du sport. En cas de plainte bilatérale, seul le genou le plus douloureux est inclus.</p> <p>- 22 sujets dans le groupe expérimental (GE). Age : 30,5 ± 8,0 Durée des symptômes : 65,1 ± 72,7 semaines Genre : homme en pourcentage : 63,6%</p> <p>- 30 sujets dans le groupe contrôle (GC). Age : 27,3 ± 5,2 Durée des symptômes : 99,4 ± 126,3 semaines Genre : homme en pourcentage : 80,0% Sports : course, basket, foot, gym, badminton.</p> <p>Critères d'inclusion :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Antécédents douleurs du tendon patellaire. - Sensibilité à la palpation du tendon ou de son insertion sur la patella. - Symptômes présents depuis plus de 8 semaines. - Score VISA-P < 80. <p>Critères d'exclusion : Autres lésions du genou, maladies chroniques, prise de médicaments immunosuppresseurs, corticostéroïdes, anticoagulant, antécédent de chirurgie du genou, grossesse, tumeur et les sujets ayant déjà reçu des ondes de choc car ils ne seront pas en aveugle au traitement.</p>	<p>Utilisation d'onde de choc focale avec un appareil piézo-électrique ESWT, (Suisse) + exercices excentriques.</p> <p>3 séances d'onde de choc ont été réalisées à intervalle d'une semaine, en utilisant 1000 impulsions à une fréquence de 4 Hz et un niveau de densité d'énergie de 0,2 mJ/ mm².</p> <p>Utilisation de gel de transmission.</p> <p>L'onde de choc a été appliquée à l'endroit le plus douloureux du tendon.</p>	<p>Placebo d'onde de choc + exercices excentriques.</p> <p>La procédure d'onde de choc est la même sauf que le gel n'a pas été mis entre l'applicateur et le tampon de mise en point. Ainsi, les ondes de choc sont très peu conduites et ont une densité d'énergie maximale de 0,03 mJ/ mm².</p> <p>L'entraînement excentrique est similaire pour les 2 groupes. Apprentissage sur un tableau de déclin de 25°, effectué à la maison, 2 fois par jour. 3 séries de 15 répétitions pendant 12 semaines. Squat unilatéral sur une planche inclinée. Le patient descend sur une jambe (phase excentrique) et remonte sur les deux jambes (phase concentrique). Il ne doit pas dépasser un certain seuil de douleur sinon arrêt de l'exercice.</p>	<p>Les résultats ont été relevés à 6, 12 et 24 semaines. Nous donnons les moyennes et entre parenthèses les écarts types.</p> <p><u>EVA</u> :</p> <p>- GE : à la base : 4,1 (2,4) 6 semaines : 3,3 (2,4) 12 semaines : 2,0 (1,5) 24 semaines : 1,8 (1,8)</p> <p>- GC : à la base : 4,7 (2,5) 6 semaines : 3,1 (2,7) 12 semaines : 2,9 (2,5) 24 semaines : 2,2 (2,3)</p> <p><u>Visa-P</u> :</p> <p>- GE : à la base : 54,5 (15,4) 6 semaines : 61,4 (19,2) 12 semaines : 65,7 (17,3) 24 semaines : 70,9 (17,7)</p> <p>- GC : à la base : 58,9 (14,6) 6 semaines : 67,3 (17,8) 12 semaines : 71,5 (21,7) 24 semaines : 78,2 (15,8)</p>

3.2 Risques de biais des études incluses

3.2.1 Grille d'analyse utilisée

La grille d'analyse utilisée sera l'échelle Pedro (**annexe 2**). Elle a été décrite à la page 23 de cette revue. Elle est composée de 11 items dont le premier n'est pas comptabilisé dans le score final mais renseigne sur la validité externe de l'article. Chaque réponse obtenue est notée comme un « oui » ou un « non » et équivaut « respectivement à 1 ou 0 point » [43].

Cette échelle aide les utilisateurs à analyser rapidement les essais sur leur qualité méthodologique et ainsi à prendre leur décision clinique.

Le score total est exprimé sur 10 points, il comprend les réponses des critères 2 à 11. Les études obtenant un score supérieur ou égal à 9 sont jugées comme d'excellente qualité, celles comprises entre 6 et 8 sont considérées comme de bonne qualité, les articles obtenant un score supérieur ou égal 5 sont de moyenne qualité, enfin les essais qui ont un score inférieur ou égal à 4 sont de faible qualité.

Plus le score est proche de 10 et moins l'étude est sujette à être biaisée [43].

Cette échelle permet d'évaluer la qualité et la fiabilité des essais cliniques randomisés et d'extrapoler les différents biais.

Le score Pedro et la validation de chaque item sont synthétisés dans le tableau suivant.

Tableau 4 : Score Pedro des études sélectionnées

Etudes	Items											Score Total Pedro
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Wang (2007) [53]	✓	✓		✓			✓	✓		✓	✓	6 / 10
Zwerver (2011) [39]	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	9/10
Vulpiani (2013) [54]	✓	✓		✓			✓	✓	✓	✓	✓	7/10
Hamstra (2013) [38]	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	9/10
Thijs (2017) [55]	✓	✓	✓	✓	✓		✓		✓	✓	✓	8/10

- Les items 2 à 4 constituent les biais de sélection. Une différence de composition existe entre le groupe expérimental et le groupe contrôle. Les groupes ne sont ni similaires ni représentatifs de la population étudiée.

- Les items 5 à 7 représentent les biais d'évaluation. Les participants, thérapeutes et examinateurs doivent être en aveugle.
- L'item 8 correspond au biais de suivi. Les mesures doivent être obtenues pour plus de 85 % des sujets présents initialement au début de l'étude.
- L'item 9 fait référence au biais d'attrition. Il est en lien avec les patients sortis de l'étude. Cette exclusion de sujet est susceptible d'induire un biais d'autant plus qu'elle n'est pas due au hasard mais avec une probabilité dépendant du traitement et de l'évolution du patient. Pour éviter ce biais, tous les participants présents au début de l'essai seront jugés « en intention de traiter ».

3.2.2 Synthèse des biais retrouvés

Tableau 5 : Principaux biais observés pour chaque étude

Wang (2007) [53]	Description des biais
Type de Biais	
Biais de sélection	La répartition n'a pas respecté une assignation secrète (item 3). Nous pouvons citer : « the method of patient randomization by medical record number potentially compromised the concealment of patient assignment ».
Biais d'évaluation	Les participants et thérapeutes ayant administrés le traitement ne sont pas en aveugle.
Biais d'attrition	Au départ, il y a 53 patients sélectionnés pour l'étude. Ces participants ont été repartis aléatoirement dans les groupes et ont reçu le traitement. Cependant, 2 patients du groupe expérimental et 1 patient du groupe contrôle ont été perdus de vue. Les résultats ont été obtenus que pour les 50 patients (contre 53 au départ). Ils ont été exclus de l'étude sans intention d'analyse.
Biais méthodologique	Dans le groupe expérimental, 27 patients ont été traités avec une seule séance d'onde de choc. Cependant, seuls 3 de ces 27 sujets ont reçu une deuxième session pour leur réponse inadéquate. « Three patients also received a second treatment 4 to 6 weeks after the first. The dosage of the second shockwave was the same ».

Zwerver (2011) [39]	Description des biais
Type de Biais	
Biais d'évaluation	Les thérapeutes ayant administrés le traitement ne sont pas en aveugle. Il y a donc un biais d'évaluation car les thérapeutes sont en contact avec les sujets de l'étude.
Biais en rapport avec les caractéristiques de la population	Dans le groupe expérimental, il y a 58 % de sujets avec une tendinopathie patellaire bilatérale contre 41 % dans le groupe contrôle. Cette différence peut représenter un biais de population car selon la littérature, l'étiologie est différente s'il s'agit d'une tendinopathie patellaire unilatérale ou bilatérale.

Vulpiani (2013) [54]	Description des biais
Type de Biais	
Biais de sélection	La répartition n'a pas respecté une assignation secrète.
Biais d'évaluation	Les sujets et thérapeutes ne sont pas en aveugle. Il est possible que les connaissances des participants sur chaque traitement aient eu un certain effet sur leurs réponses au traitement.

Hamstra (2013) [38]	Description des biais
Type de Biais	
Biais d'évaluation	Les thérapeutes ayant administrés le traitement ne sont pas en aveugle.
Biais en rapport avec les caractéristiques de la population	Dans le groupe expérimental, il y a 47 % de sujets avec une tendinopathie patellaire bilatérale contre 18 % dans le groupe contrôle. Cela peut constituer un biais car il a été suggéré qu'il existe une différence entre les étiologies des tendinopathies patellaires unilatérales et bilatérales. « Another limitation is that treatment results might be influenced by the fact that more subjects in the FSWT group had bilateral PT ».

Thijs (2017) [55]	Description des biais
Type de Biais	
Biais d'évaluation	Les thérapeutes ne sont pas en aveugle ce qui a pu influencer les résultats. En effet, ils ont pu interagir avec les participants et ainsi créer un biais. Nous pouvons citer : « The fact that the physical therapists (who performed the treatments) were unblinded ».
Biais de suivi	Dans cette étude, l'item 8 n'a pas été respecté. Les résultats n'ont pas été obtenus pour 85 % des participants, du fait du grand nombre de perdus de vue. Nous pouvons relever dans le texte : « There were a large loss to follow-up ; 31,8% in the ESWT and 13,3 % in the sham-shockwave group at 24 weeks ».
Biais de participation	Ce biais représente la taille de la population recrutée. Il est dit dans l'article que 56 patients auraient été nécessaires pour relever une différence cliniquement pertinente dans le score VISA-P de 15 points. Ils ont recrutés 52 sujets. « The power analysis before the start of the study revealed that 56 patients in total were needed ».

3.3 Effet de l'intervention sur les critères de jugement de la revue

3.3.1 Analyse du critère de jugement principal : Le score VISA-P

Le score VISA-P (**annexe 1**) a été décrit à la page 11 de cette revue. C'est un indice fiable de gravité des symptômes chez les patients atteints de tendinopathie patellaire [24]. Il se compose de huit questions évaluant la douleur, la fonction et la capacité à faire du sport. Le score maximal pour un individu en bonne santé est de 100 points.

Wang (2007) [53] :

Les moyennes du score VISA-P des 50 participants ont été obtenues avant et après le traitement. Les écarts-types sont donnés entre parenthèses. Les valeurs sont résumées dans le tableau suivant.

Tableau 6 : Moyenne des scores VISA-P

VISA-P	Score avant traitement	Score après traitement (12 mois)	Différence post traitement intra-groupe (et écarts types calculés à l'aide d'un tableur)
Groupe expérimental (GE) n = 30 tendons	42,57 (10,22)	92,0 (10,17)	49,43 (10,54)
Groupe contrôle (GC) n = 24 tendons	39,25 (10,85)	41,04 (10,96)	1,79 (10,57)

Pour le groupe expérimental, ayant reçu les ondes de choc focales, la différence post traitement intra-groupe est de 49,43 points.

Pour le groupe contrôle, ayant reçu le traitement conservateur, nous observons une différence de moyenne post traitement de seulement 1,79 points.

L'auteur nous donne uniquement les écarts types de chaque moyenne. Comme les valeurs de départ ne sont pas les mêmes, nous calculons les différences de moyennes intra-groupe pour ne pas introduire de biais. Ensuite, pour obtenir un intervalle de confiance, nous avons besoin des écarts types de différence de moyenne intra-groupe. Grâce à une formule mathématique, j'ai pu calculer l'écart type de la différence pré-post traitement intra-groupe. L'écart type est un indice de dispersion de la moyenne. L'écart type groupé peut être calculé quand les valeurs des écarts types sont proches.

J'ai calculé l'écart type groupé à l'aide de la formule suivante :

$$s_p = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

N : Nombre de participants

S1 : premier écart type

S2 : second écart type

Ils sont synthétisés dans *le tableau 6*.

Nous calculons la différence des moyennes post-pré traitement inter-groupe pour pallier à l'hétérogénéité des valeurs de départ et ainsi obtenons la taille d'effet :
(Valeur post traitement du GE - Valeur pré traitement du GE) - (Valeur post traitement du GC - Valeur pré traitement du GC) = 49,43 - 1,79 = 47,64.

A l'aide des moyennes pré-post traitement du score VISA-P et de leurs écarts-types calculés précédemment, nous pouvons calculer grâce à un tableur Excel l'intervalle de confiance (IC) à 95 %.

L'intervalle de confiance permet de connaître la précision de notre estimation.

Nous trouvons IC : { 41,84 ; 53,44).

La différence de moyenne pré-post traitement inter-groupe est de 47,64 et elle est comprise dans l'intervalle de confiance à 95 %. Il permet d'apporter une estimation de notre résultat. Ainsi, la différence de moyenne est au pire de 41,84 et au mieux de 53,44. Il est cependant relativement large, ce qui peut être dû aux écarts types. Plus l'écart type est petit et plus l'intervalle de confiance est étroit.

L'odds est le nombre de patients qui présente l'événement par rapport au nombre de patients qui ne le présente pas. Il représente la proportion d'évènement dans un groupe par rapport à l'autre. L'odds ratio est le rapport des cotes.

Nous calculons odds expérimental / odds contrôle.

Soit $(42,57/92,0) / (39,25/41,04) = 0,48$.

Ce rapport étant inférieur à 1, il montre que le traitement serait efficace.

De plus, $p < 0,01$. Les chercheurs ont émis un seuil $p < 0,05$. Donc $p < 0,01$ montre que la valeur n'est probablement pas due au hasard.

Zwerver (2011) [39] :

L'auteur exprime les résultats du score VISA-P à 1, 12 et 22 semaines. Nous avons choisi de comparer les résultats avant traitement et après traitement à 22 semaines.

Le groupe expérimental a reçu 3 séances d'ondes de choc focales et le groupe contrôle a reçu un placebo. Les valeurs des moyennes des 62 participants sont résumées dans le tableau suivant. Les écarts types sont indiqués entre parenthèses ainsi que **les écarts types calculés** à l'aide de la formule précédente.

Tableau 7 : Moyenne des scores VISA-P

VISA-P	Score avant traitement	Score après traitement (22 semaines)	Différence post traitement intra-groupe (et écarts types calculés à l'aide d'un tableur)
Groupe expérimental (GE) n = 31 tendons	59,4 (11,7)	70,5 (18,9)	11,1 (15,72)
Groupe contrôle (GC) n = 31 tendons	62,4 (13,4)	72,7 (18,0)	10,3 (15,87)

Nous calculons la différence des moyennes pré-post traitement inter-groupe pour pallier à l'hétérogénéité des valeurs de départ et ainsi obtenons la taille d'effet : $11,1 - 10,3 = 0,8$.

Nous trouvons un IC : $\{-7,23 ; 8,83\}$. La taille d'effet concernant la différence des moyennes est de 0,8. Elle est comprise dans cet intervalle. Cependant, l'intervalle de confiance englobe le 0, il est trop large et ne nous apporte donc aucune information sur la précision de notre estimation. Cela est probablement dû aux écarts types trop grands. Les valeurs sont très dispersées.

Nous calculons odds expérimental / odds contrôle soit $(59,4/70,5) / (62,4/72,7) = 0,988$.

L'odds ratio est quasiment égal à 1, cela signifie que le traitement onde de choc n'a pratiquement aucun effet par rapport au placebo.

Cependant, les données sont à prendre avec précaution car les scores VISA des participants ne sont pas homogènes.

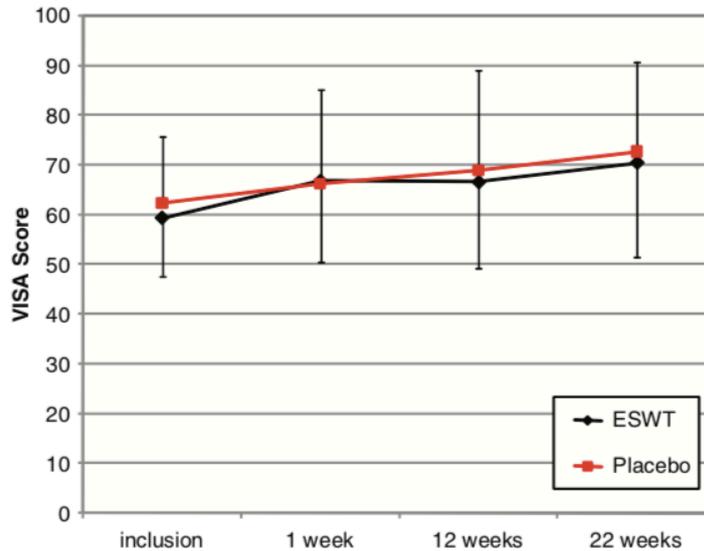


Figure 12 : Score VISA-P à 1, 12 et 22 semaines [39]

La figure 12 montre également que le traitement et le placebo ont presque les mêmes effets. Il n’y a pas de différence significative.

Vulpiani (2013) [54] :

Les moyennes des scores VISA-P des 46 participants ont été relevées avant le traitement puis à 2, 6 et 12 mois après. Nous avons choisi de synthétiser dans un tableau les scores avant traitement et 12 mois après.

Le groupe expérimental a reçu 3 séances d’onde de choc à intervalle de 48 à 72 heures. Le groupe contrôle quant à lui a reçu une injection de plasma riche en plaquettes (PRP).

Tableau 8 : Moyenne des scores VISA-P

VISA-P	Score avant traitement	Score après traitement (12 mois)	Différence post traitement intra-groupe (et écarts types calculés à l’aide d’un tableur)
Groupe expérimental (GE) n = 23 tendons	56,1 (19,9)	77,6 (19,9)	21,5 (19,9)
Groupe contrôle (GC) PRP n = 23 tendons	55,3 (14,3)	91,3 (9,9)	36 (12,3)

La taille d’effet est de $21,5 - 36 = - 14,5$.

L’intervalle de confiance calculé est : $IC = \{-24,33 ; -4,67\}$. La valeur est comprise dans l’intervalle mais celui-ci est large.

Nous calculons odds expérimental / odds contrôle, soit : $(56,1/77,6) / (55,3/91,3) = 1,18$.

Donc l'odds ratio étant supérieur à 1, le traitement onde de choc n'est pas concluant. La thérapeutique efficace serait en faveur du groupe contrôle, utilisant les injections de PRP.

Dans cette étude les injections de plasma seraient plus performantes que les ondes de choc pour traiter une tendinopathie patellaire.

$p = 0,026$. Il est inférieur à 0,05 donc les valeurs ne sont probablement pas dues au hasard.

Hamstra (2013) [38] :

Nous avons décidé d'intégrer un article comparant les ondes de choc focales aux radiales. L'auteur exprime les résultats du score VISA-P à 1, 4, 7 et 14 semaines. Dans le tableau suivant, seront résumées les valeurs avant traitement et après traitement à 14 semaines.

Tableau 9 : Moyenne des scores VISA-P

VISA-P	Score avant traitement	Score après traitement	Différence post traitement intra-groupe (et écarts types calculés à l'aide d'un tableur)
Groupe expérimental (GE) n = 31 tendons	48,6 (18,7)	63,6 (24,2)	15,0 (21,6)
Groupe contrôle (GC) n = 26 tendons	48,8 (17,2)	58,4 (22,1)	9,6 (19,8)

Nous calculons la différence des moyennes pré-post traitement inter-groupe et ainsi obtenons la taille d'effet : $15,0 - 9,6 = 5,4$.

L'intervalle de confiance obtenu est $IC = \{-5,69 ; 16,49\}$. Il est beaucoup trop large et comprend le 0, ne permettant pas d'apporter une précision à cette estimation. En effet, les écarts types sont trop grands. Par exemple, il est de 24,2 pour le score VISA post traitement du **GE**. C'est-à-dire, 63,6 plus ou moins 24,2, donc certains ont pu avoir un score à 39,4 et d'autre à 87,8 points. Les valeurs sont très hétérogènes et ne nous permettent pas de conclure.

Calculons l'odds ratio : $(48,6/63,6) / (48,8/58,4) = 0,90$.

Ainsi, l'odds ratio est inférieur à 1 donc le traitement onde de choc focale serait plus efficace. Néanmoins cette efficacité est minime car il est relativement proche de 1.

Thijs (2017) [55] :

Cet essai clinique randomisé compare un groupe expérimental ayant reçu 3 séances d'onde de choc focale, à intervalle d'une semaine, combinées à des exercices excentriques, à un groupe contrôle ayant reçu un placebo d'onde de choc et les mêmes exercices excentriques. Les moyennes du score VISA-P sont relevées à 6, 12 et 24

semaines. Nous synthétisons dans le tableau suivant les moyennes avant le traitement et à 24 semaines.

Tableau 10 : Moyenne des scores VISA-P

VISA-P	Score avant traitement	Score après traitement (24 semaines)	Différence post-pré traitement intra-groupe (et écarts types calculés à l'aide d'un tableur)
Groupe expérimental (GE) n = 22 tendons	54,5 (15,4)	70,9 (17,7)	16,4 (16,6)
Groupe contrôle (GC) n = 30 tendons	58,9 (14,6)	78,2 (15,8)	19,3 (15,2)

Taille d'effet : $16,4 - 19,3 = -2,9$.

IC à 95 % : $\{-11,81 ; 6,01\}$. Comme précédemment, l'intervalle de confiance englobe le 0, il ne nous apporte aucune information.

Calculons l'odds ratio : $(54,5 / 70,9) / (58,9 / 78,2) = 1,03$.

Le rapport étant légèrement supérieur à 1, le traitement est en faveur du groupe contrôle.

3.3.2 Analyse du critère de jugement secondaire : L'échelle visuelle analogique EVA

L'EVA également appelée « Visual Analog Scale » en anglais a été la première fois utilisée par *Hayes* et *Patterson* en 1921. C'est une échelle permettant d'évaluer la douleur aiguë ou chronique. Elle est « sensible, reproductible, fiable et validée » [56]. Il s'agit d'une règle graduée de 0 à 10 qui présente à une de ses extrémités « absence de douleur » et à l'autre « douleur maximale imaginable ». Le sujet doit indiquer où se situe sa douleur sur cette règle.

L'EVA est évaluée dans chaque essai clinique randomisé de cette revue. Comme pour le score VISA-P, nous allons synthétiser les moyennes du score EVA dans un tableau pour chaque étude. Nous calculerons comme précédemment la différence de moyenne pré-post traitement, les écarts types correspondants calculés à l'aide de la formule précédente, les odds ratio ainsi que les intervalles de confiance.

Wang (2007) [53] :

Tableau 11 : Moyenne des scores EVA

EVA	Score avant traitement	Score après traitement (12 mois)	Différence post traitement intra-groupe (et écarts types calculés à l'aide d'un tableur)
Groupe expérimental (GE) n = 30 tendons	6,0 (1,74)	0,59 (1,01)	-5,41 (1,4)
Groupe contrôle (GC) n = 24 tendons	5,38 (0,92)	4,72 (1,35)	-0,66 (1,16)

Nous calculons la différence des moyennes pré-post traitement inter-groupe pour pallier à l'hétérogénéité des valeurs de départ et ainsi obtenons la taille d'effet :
 (Valeur post traitement du GE - Valeur pré traitement du GE) - (Valeur post traitement du GC - Valeur pré traitement du GC) = (-5,41) - (-0,66) = -4,75.

IC à 95 % obtenu à l'aide du tableur : {-5,46 ; -4,04}. La différence de moyenne -4,75 est comprise dans cet intervalle de confiance. Il est relativement étroit et nous permet d'apporter une précision sur l'estimation de notre mesure. La marge d'erreur entre les résultats du score EVA et la population étudiée est faible.

Calculons l'odds ratio = 0,11. Ce rapport est inférieur à 1. Il est proche de 0, semble efficace et diminue la douleur.

$p < 0,01$ donc les valeurs ne sont probablement pas dues au hasard.

Zwerver (2011) [39] :

L'auteur exprime les résultats du score EVA à 1, 12 et 22 semaines. Nous avons choisi de comparer les résultats de l'EVA pendant le sport avant traitement et après traitement à 22 semaines.

Tableau 12 : Moyenne des scores EVA

EVA	Score avant traitement	Score après traitement (22 semaines)	Différence post traitement intra-groupe (et écarts types calculés à l'aide d'un tableur)
Groupe expérimental (GE) n = 31 tendons	4,9 (2,3)	3,2 (2,7)	-1,7 (2,6)
Groupe contrôle (GC) n = 31 tendons	4,6 (2,3)	4,0 (3,0)	-0,6 (2,7)

Taille d'effet : (-1,7) - (-0,6) = -1,1.

IC à 95 % : {-2,45 ; 0,25}. L'intervalle de confiance comprend le 0 et n'apporte aucune information sur la précision de l'estimation à cause de sa largeur qui est sûrement due aux écarts types trop grands.

Odds ratio = 0,75.

Le rapport de cotes étant inférieur à 1, le traitement serait efficace et en faveur du groupe expérimental. Les ondes de choc focales seraient donc plus performantes qu'un traitement placebo pour réduire la douleur après 22 semaines.

Vulpiani (2013) [54] :

Tableau 13 : Moyenne des scores EVA

EVA	Score avant traitement	Score après traitement (12 mois)	Différence post traitement intra-groupe (et écarts types calculés à l'aide d'un tableur)
Groupe expérimental (GE) n = 23 tendons	6,3 (2,0)	3,2 (2,4)	-3,1 (2,21)
Groupe contrôle (GC) PRP n = 23 tendons	6,6 (1,8)	1,5 (1,7)	-5,1 (1,75)

Taille d'effet : $(-3,1) - (-5,1) = 2,0$.

IC à 95 % : {0,82 ; 3,18}. La valeur de la taille d'effet est comprise dans l'intervalle de confiance. Il permet d'apporter des précisions sur l'estimation de la valeur. La marge d'erreur entre les résultats du score EVA et la population étudiée est faible.

Odds ratio = 2,2.

L'odds ratio étant supérieur à 1, il est en faveur du groupe contrôle. Ainsi, les injections de plasma seraient plus efficaces pour réduire la douleur qu'un traitement par onde de choc.

$p = 0,009$ signifie que les valeurs ne sont probablement pas dues au hasard.

Hamstra (2013) [38] :

Nous avons choisi de comparer les résultats de l'EVA pendant le sport avant traitement et après traitement à 14 semaines.

Tableau 14 : Moyenne des scores EVA

EVA	Score avant traitement	Score après traitement (14 semaines)	Différence post traitement intra-groupe (et écarts types calculés à l'aide d'un tableur)
Groupe expérimental (GE) n = 31 tendons	6,1 (2,6)	3,3 (3,0)	-2,8 (2,9)
Groupe contrôle (GC) n = 26 tendons	6,0 (2,4)	4,0 (2,6)	-2,0 (2,5)

Taille d'effet : $(-2,8) - (-2,0) = -0,8$.

IC à 95 % : {-2,25 ; 0,65}. La valeur de la taille d'effet -0,8 est comprise dans cet intervalle cependant ce dernier comprend le 0, il ne nous apporte aucune information. Il n'est pas assez étroit, ce qui peut-être dû aux écarts types donnés par l'auteur trop larges.

Odds ratio = 0,81. Il est inférieur à 1 mais reste proche de 1. Les ondes de choc focales sont ici légèrement plus efficaces que les ondes de choc radiales pour diminuer la douleur des patients.

Thijs (2017) [55] :

La douleur est évaluée après 10 squats.

Tableau 15 : Moyenne des scores EVA

EVA	Score avant traitement	Score après traitement (24 semaines)	Différence post- pré traitement intra-groupe (et écarts types calculés à l'aide d'un tableur)
Groupe expérimental (GE) n = 22 tendons	4,1 (2,4)	1,8 (1,8)	-2,3 (2,1)
Groupe contrôle (GC) n = 30 tendons	4,7 (2,5)	2,2 (2,3)	-2,5 (2,4)

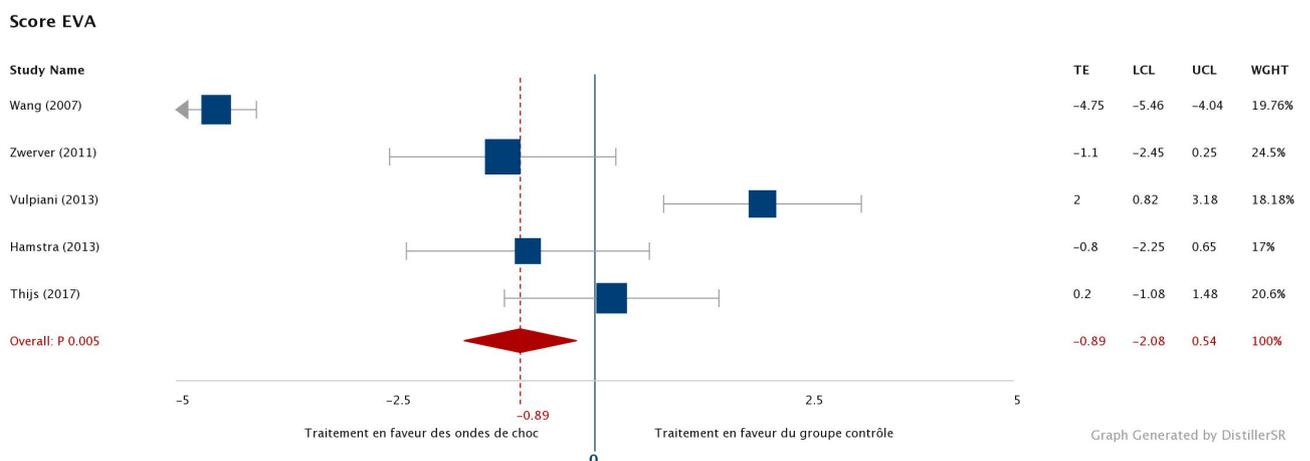
Taille d'effet : $(-2,3) - (-2,5) = 0,2$.

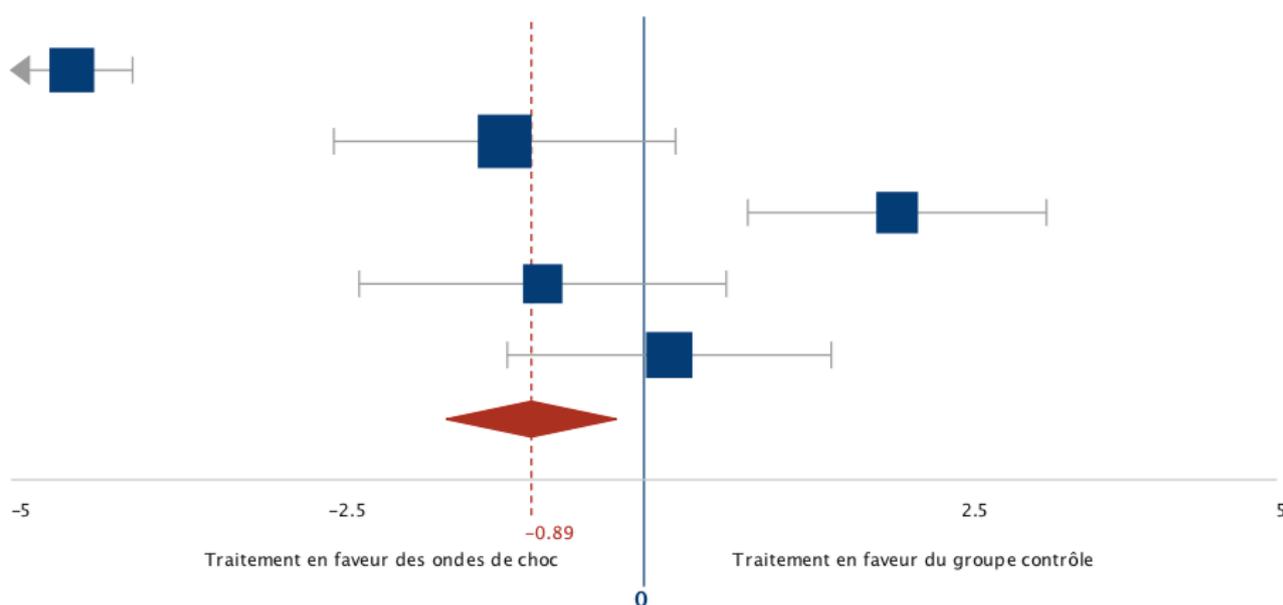
IC à 95 % : $\{-1,08 ; 1,48\}$. L'intervalle de confiance englobe le 0, il est non interprétable car trop large.

Odds ratio : $\text{odds expérimental} / \text{odds contrôle} = 1,07$.
L'odds ratio est supérieur à 1, il serait plutôt en faveur du groupe contrôle.

3.3.3 Synthèse des résultats statistiques et méta-analyse

Figure 13 : Forest plot représentant l'étude du score EVA pour les 5 essais





Nous avons choisi de faire un graphique « Forest plot » uniquement pour le score EVA représentant la douleur. En effet, les résultats du score VISA-P sont trop hétérogènes.

Nous utilisons la taille d'effet de la différence des moyennes post-pré traitement inter-groupe calculée précédemment pour chaque essai clinique randomisé. Nous avons également eu recours aux intervalles de confiance que nous avons calculés. Ainsi, nous obtenons ce graphique en forêt.

Légende :

- Le carré indique l'estimation de l'effet de l'étude. La taille des carrés est proportionnelle à leur poids dans l'étude. Plus une étude compte un grand nombre de participants et plus celle-ci est représentée par un gros carré.
- Les lignes horizontales font référence aux intervalles de confiance à 95 % de chaque estimation. Si l'intervalle de confiance croise la ligne verticale du 0, le résultat de l'intervention se révèle être non significatif.
- La ligne verticale en trait plein qui est à 0 symbolise l'absence d'effet. Toutes les études ne sont pas situées du même côté de la ligne d'absence d'effet ce qui signifie que les études n'ont pas eu le même résultat. Cela souligne une hétérogénéité précédemment retrouvée dans les résultats.
- Le diamant symbolise l'estimation de l'effet global. Ses extrémités coïncident avec l'intervalle de confiance. S'il croise la ligne d'absence d'effet (du 0), la méta-analyse n'a pas d'effet significatif concernant la variable étudiée, ici le score EVA.

- TE : Taille d'effet de la différence des moyennes post-pré traitement inter-groupe.
- LCL : Extrémité inférieure de l'intervalle de confiance.
- UCL : Extrémité supérieure de l'intervalle de confiance.
- Weight : poids de l'étude.

Les études étant du côté négatif, ont un traitement en faveur des ondes de choc. C'est le cas pour *Wang*, *Zwerver* et *Hamstra*. Les études situées du côté positif ont un traitement en faveur du groupe contrôle, c'est le cas pour les essais de *Vulpiani* et *Thijs*.

Les études *Zwerver*, *Hamstra* et *Thijs* ont un intervalle de confiance qui coupe le 0. Ainsi, nous pouvons dire que le résultat n'est pas statistiquement significatif.

L'étude de *Wang* est très éloignée du 0, du côté négatif, cela signifie que c'est l'essai le plus efficace. De plus, son intervalle de confiance ne comprend pas le 0 et il est étroit, donc cela apporte une précision de son estimation. Les ondes de choc sont efficaces comme traitement dans les tendinopathies patellaires comparées au traitement conservateur.

Au contraire, l'essai de *Vulpiani* est quant à lui très éloigné du 0 mais du côté positif. Donc les ondes de choc sont moins performantes que des injections de plasma riche en plaquettes.

Concernant le diamant, ses extrémités n'englobent pas le résultat de toutes les études mais seulement de 2, ce qui prouve encore une fois l'hétérogénéité.

Nous pouvons déduire de ce graphique en forêt que les études intégrées dans cette revue sont très hétérogènes. Certaines n'ont pas de résultat significatif, d'autres sont efficaces et enfin certaines sont en faveur du groupe contrôle.

4 Discussion

Cette revue de littérature s'est lancée dans l'évaluation des preuves actuelles concernant l'efficacité des ondes de choc pour les patients atteints de tendinopathie patellaire. C'est une pathologie souvent chronique et résistante aux traitements conservateurs. C'est pour cela que de nouveaux traitements comme les ondes de choc sont envisagés.

Nous avons remarqué que la majorité des essais cliniques randomisés utilisent les ondes de choc focales, type d'onde pris comme intervention pour cette revue. Les ondes de choc radiales ont été introduites plus récemment. Néanmoins, de plus en plus de praticiens y ont recours dû à leur coût plus abordable. Il y a donc un décalage entre la recherche et la pratique. C'est pourquoi, nous avons choisi d'inclure dans cette revue un essai clinique randomisé comparant l'efficacité des deux types d'onde [38].

Une revue de littérature de *Van Leeuwen* [57] a été publiée en 2009 et a étudié l'effet des ondes de choc sur les tendinopathies patellaires. Elle a utilisé sept articles publiés entre 2000 et 2007 (six avec des ondes de choc focales et une avec des radiales). Notre revue se distingue de cette dernière car nous avons choisi d'inclure que des ondes de choc focales comme intervention. De plus, nos articles ont des dates de publication comprises entre 2007 et 2017. Enfin, elle comprend uniquement des essais cliniques randomisés, ce qui n'est pas le cas de *Van Leeuwen* qui a intégré des études de cohortes, des études pilotes et des essais non randomisés. Il a conclu que les ondes de choc semblent être un traitement prometteur mais en se basant sur les connaissances actuelles, il n'est pas possible de recommander un protocole. D'autres recherches sur l'efficacité des ondes de choc sont indispensables.

4.1 Analyse des principaux résultats

Un seul de nos cinq essais cliniques randomisés démontre une réelle efficacité statistiquement significative. En effet, c'est l'étude de *Wang* [53] de 2007 qui a prouvé la supériorité des ondes de choc focales par rapport à un traitement conservateur composé d'AINS, de physiothérapie et d'exercices excentriques. Il a conclu que les ondes de choc ont un rôle bénéfique sur la douleur et sur le retour aux activités sportives. Il faut noter que dans cet essai, les sportifs ont arrêté leur activité pendant quatre à six semaines après le traitement.

Deux études n'ont pas apporté de résultats significatifs. C'est le cas pour l'article de *Zwerver* [39] de 2011 qui a comparé l'application de session d'onde de choc avec un placebo. Ainsi, pour le score VISA-P et EVA, la différence est en faveur du groupe onde de choc mais elle est minime et non significative. Il est à noter que les athlètes ont continué le sport et la compétition pendant toute la durée du traitement.

C'est également le cas pour l'étude d'*Hamstra* [38] de 2013 qui compare l'efficacité entre les ondes de choc focales et radiales. La différence de 5 point est là aussi en faveur du groupe expérimental, cependant elle n'est pas significative car les auteurs attendaient une différence de minimum 15 points entre les deux score VISA.

Donc ces deux essais cliniques randomisés ne nous permettent pas de dire que les ondes de choc apportent une efficacité dans le traitement des patients atteints de tendinopathie patellaire.

L'étude de *Vulpiani* [54] de 2013 montre que les injections de plasma sont plus performantes que les ondes de choc dans cette étude, avec des patients présentant des symptômes depuis 17-18 mois. Cependant, il ne respecte pas les intervalles de session d'onde de choc d'une semaine comme dans les autres essais cliniques. Il espace les séances de seulement 48 à 72 heures.

Enfin, l'essai clinique de *Thijs* de 2017 démontre que les ondes de choc n'apportent rien de plus qu'un traitement par des exercices excentriques.

Nos études regroupées dans cette revue de littérature sont donc très hétérogènes avec des résultats qui diffèrent. Trois de nos études (*Zwerver*, *Hamstra* et *Thijs*) ont des données non significatives. En effet, les écarts types trop larges et le nombre de participants trop faible ne nous permettent pas d'apporter des précisions sur les estimations de leurs données.

De plus, nous pouvons relever un autre type de biais. Dans l'étude de *Zwerver* [39], les athlètes ont continué de s'entraîner et n'ont pas diminué leur activité sportive contrairement aux autres essais cliniques. Des résultats différents auraient été obtenus si les sportifs avaient été suspendus des matchs et entraînements.

Les articles sont également hétérogènes par leur traitement comparateur. Certains utilisent des placebos, d'autres de vrais traitements comme les traitements conservateurs (physiothérapie, excentrique) ou encore des injections de plasma.

Les réglages de l'appareil à onde de choc focale diffèrent peu entre les études et la position du tendon (légèrement fléchi) recevant l'application d'onde de choc a été décrite uniquement pour l'essai de *Zwerver* [39]. Ces deux éléments peuvent représenter des biais entre les études.

Néanmoins, pour toutes les études, il n'y a pas eu d'anesthésie locale, tous les thérapeutes ont appliqué le gel de contact et l'onde de choc a été focalisée sur le point le plus douloureux.

Globalement, nous ne pouvons pas dire que les ondes de choc sont efficaces dans le traitement des tendinopathies patellaires.

4.2 Autres études complémentaires

Plusieurs articles, utilisant un autre schéma d'étude, ont également évalué l'efficacité des ondes de choc chez les patients atteints de tendinopathies patellaires.

4.2.1 Vulpiani et al 2007

Vulpiani a mis en place une étude prospective sans groupe comparateur (série de cas) avec un suivi à long terme. Ainsi, 73 patients sportifs ont été traités avec des ondes de choc et suivis pendant 2 ans après le traitement.

Il a utilisé l'échelle visuelle analogique et a obtenu des résultats satisfaisants dans 73,5 % des cas et 87,5 % pour les sportifs de haut niveau.

Vulpiani et son équipe ont conclu que le traitement par onde de choc pourrait être considéré comme une approche thérapeutique valable et sans effet secondaire [58].

La figure 14 est un graphique représentant les moyennes des scores EVA. Nous remarquons que le score est passé de 7,1 à 1,35 points après 2 ans.

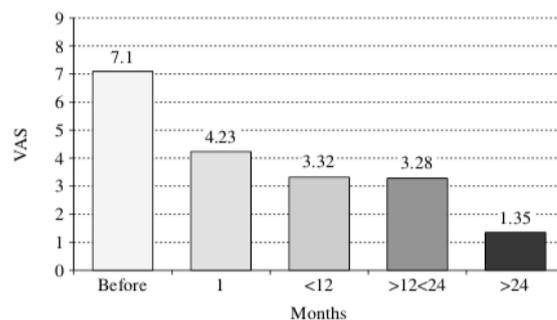


Figure 14 : Scores EVA

4.2.2 J. Zwerver et al 2010

Zwerver et son équipe ont réalisé une étude pilote prospective sur 19 athlètes masculins. Il n'a pas utilisé de groupe comparateur. Les patients ont reçu 3 sessions d'onde de choc et les chercheurs ont collecté les résultats trois mois plus tard. Ils ont obtenu une augmentation du score VISA-P de 14 points et une réduction du score EVA de 3,4 points. Cependant, seul 50 % des patients ont bien répondu au traitement.

Les chercheurs ont conclu dans cette série de cas que le traitement par onde de choc est sûr et bien toléré. Il semble réduire la douleur et améliorer la fonction chez les sujets atteints de tendinopathie patellaire. Cependant, d'autres études sont nécessaires [59].

4.3 Applicabilité des résultats en pratique clinique

En pratique clinique, les conditions de mise en place peuvent être différentes comparées à la réalisation d'une étude. En effet, pour réaliser l'intervention décrite dans les essais, le kinésithérapeute a besoin d'un appareil à onde de choc focale. Certains appareils présentent les deux modes (focale et radiale). Le coût est élevé (généralement entre 8 000 et 14 000 euros).

Le physiothérapeute peut déjà l'avoir dans son cabinet car il peut être utile pour de nombreuses autres pathologies que la tendinopathie patellaire. Nous pouvons l'utiliser pour d'autres tendinopathies comme l'enthésopathie, l'épicondylite, achilléenne, ou encore l'aponévrose plantaire. Il est bénéfique dans les pathologies osseuses, les calcifications, les trigger points, les cicatrices ou encore les blessures musculaires.

Si le praticien possède cet appareil dans son cabinet, les conditions de mise en place sont simples. Il n'y a pratiquement aucune contrainte pour le thérapeute. L'utilisation est facile. Il faudra régler les paramètres du matériel. Généralement, nous retrouvons pour les articles traités que l'appareil a délivré entre 1500 à 2000 impulsions avec une fréquence à 4 Hz. La densité d'énergie varie en fonction de ce qui est supportable pour le patient. Dans les études, les thérapeutes augmentent progressivement cette intensité. Elle est comprise entre 0,12 à 0,58 ml/mm². Un gel de contact est toujours appliqué. Après le traitement, un pack de froid est utilisé pour soulager la zone traitée.

Dans notre revue, la principale contrainte retrouvée pour le patient est la douleur. Elle est sujet dépendant.

Le patient peut présenter des effets secondaires suite à l'intervention :

- Douleur persistante,
- Rougeur,
- Œdème local,
- Ecchymose.

Néanmoins, ces effets secondaires doivent rester négligeables. Ils sont retrouvés chez 10 à 20 % des patients [31].

Les deux critères de jugement sont importants pour le patient. En effet, le score VISA-P permet de juger de la douleur, de la fonction et des capacités sportives. Il est essentiel pour notre population étudiée, les athlètes. De plus, le score EVA concerne la réduction de la douleur. C'est un élément fondamental pour chaque patient.

Les résultats observés précédemment ne sont pas concluants. L'efficacité des ondes de choc pour la prise en charge de la tendinopathie patellaire n'est pas significative même si une réduction de la douleur a été observée.

Si le thérapeute possède déjà le matériel, l'applicabilité du traitement est facile. Il n'y a pas beaucoup de contraintes. D'autres études seront nécessaires pour juger de l'efficacité des ondes de choc sur les tendinopathies patellaires car les différences de résultats entre les patients sont trop élevées.

Cependant, s'il n'a pas d'appareil à onde de choc focale, le coût et les contraintes sont trop importants par rapport à la taille de l'effet qui est insuffisante. Le bénéfice du traitement ne contrebalance pas les coûts et contraintes de l'intervention.

4.4 Qualités des preuves

Lors d'une méta-analyse, il est essentiel de tenir compte de l'homogénéité des études incluses.

Mes études sont semblables dans :

- Le schéma d'étude (essais cliniques randomisés),
- La population sélectionnée (sportifs atteints de tendinopathie patellaire),
- L'intervention (utilisation d'onde de choc focale uniquement),
- Les critères de jugement utilisés (VISA-P et EVA).

Elles présentent néanmoins des hétérogénéités dans le comparateur utilisé.

Malgré, les homogénéités, leurs données recueillies ont été relativement hétérogènes.

La qualité des preuves repose sur l'ensemble des biais présents dans les articles analysés. Plus une étude est biaisée et moins ses résultats seront significatifs.

La haute autorité de santé a réalisé un système de grade des recommandations. Il existe trois grades A, B ou C « définis en fonction du niveau de preuve scientifique fournis par la littérature » [60].

Le tableau suivant détaille ce système de grade. Il est issu du site de la haute autorité de santé datant de 2013 [60].

Tableau 16 : Grade de recommandations (HAS) [60]

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

Toutes les études incluses dans cette revue sont des essais cliniques randomisés.

Ainsi, l'étude de *Wang* [53], selon l'échelle Pedro présente des biais de sélection, d'évaluation et d'attrition. L'auteur l'a classée dans le niveau 2 de preuve scientifique avec un grade B de recommandation.

L'étude de *Zwerver* [39] montre uniquement un biais d'évaluation selon l'échelle de Pedro. Les chercheurs l'ont défini comme ayant un niveau 1 de preuve scientifique avec un grade A de recommandation.

Nous avons relevé deux types de biais dans l'essai clinique de *Vulpiani* [54]. Le premier est un biais de sélection et le second d'évaluation. Les auteurs l'ont répertorié de niveau 1 de preuve scientifique avec un grade A de recommandation.

Dans l'étude d'*Hamstra* [38], seul un biais d'évaluation a été retrouvé selon l'échelle Pedro. Cependant, les auteurs de cet essai l'ont classé dans le niveau 2 de preuve scientifique, c'est à dire un grade B de recommandation.

Enfin, l'étude de *Thijs* [55] fait partie du niveau 1 de preuve scientifique avec un grade A de recommandation. Cette dernière expose deux biais (d'évaluation et de suivi) selon l'échelle Pedro.

Notre revue de littérature comprend donc trois études de grade A correspondant à une preuve scientifique établie avec des essais cliniques randomisés de forte puissance. Elle est composée également de deux études de grade B correspondant à une présomption scientifique avec des essais cliniques randomisés de faible puissance.

L'ensemble de ces biais doit être pris en compte (pas uniquement ceux de l'échelle Pedro) car ils ont pu influencer la partie résultat et discussion de cette revue. Il faut rester davantage prudent dans l'interprétation des résultats pour les deux études présentant un niveau 2 de preuve scientifique.

4.5 Biais potentiels de la revue

Un biais de publication peut être présent dans notre revue de littérature du fait du faible nombre d'articles inclus. En effet, nous avons intégré uniquement des essais cliniques randomisés et rejeté par exemple les séries de cas sans avoir analysé leur résultat car elles ont un faible niveau de preuve. De plus, nous avons exclu des études traitant de notre sujet mais qui ne rentrent pas dans nos critères préalablement définis.

Enfin, nous avons aussi rejeté des essais cliniques randomisés ayant un score Pedro insuffisant.

L'hétérogénéité des résultats recueillis peut également représenter un biais pour cette revue de littérature.

Pour déterminer les biais potentiels de la revue, nous avons utilisé la grille R-AMSTAR validée par *Kung* et son équipe [61]. Cette grille permet l'évaluation de la qualité des revues systématiques [62]. Elle comprend 11 items. Un score allant de 1 à 4 points est attribué pour chaque question. Le score final obtenu est sur 44 points et constitue le score de qualité globale de la revue systématique [61].

Dans le *tableau 17* suivant, nous obtenons un score de qualité de 31 sur 44 points en utilisant la grille R-AMSTAR. Certains critères n'ont pas été remplis. En effet, la sélection et extraction des données ont été conduites par une personne seulement. De plus, certains tests comme le chi carré pour l'homogénéité ou le test de régression d'Egger pour évaluer le biais de publication n'ont pas été réalisés.

A propos des autres éléments, la revue de littérature a suivi une rigueur méthodologique en essayant d'être le plus objectif possible.

Tableau 17 : Grille R-AMSTAR

Critères de la grille R-AMSTAR	Score	Commentaires
1. Un plan de recherche établi à priori est-il fourni ?	4/4	- Le protocole de recherche a été déterminé avant le début de la revue. - Les critères d'inclusion ont été décrits. - La question de recherche (PICO) a été établie avant le début de la revue. Elle est fournie dans la méthode.
2. La sélection des études et l'extraction des données ont-elles été confiées à au moins deux personnes ?	0/4	La sélection des études et l'extraction des données ont été confiées à une seule personne.
3. La recherche documentaire était-elle exhaustive ?	4/4	- Au moins deux sources électroniques ont été utilisées (Pedro, Pubmed et Cochrane). - Les mots clés et la stratégie de la recherche ont été indiqués. - Les recherches ont été complétées par consultation de manuels, revues...
4. La nature de la publication (littérature grise, par exemple) était-elle un critère d'inclusion ?	2/4	- Nous avons précisé quelles études étaient exclues. - Nous avons inclus uniquement des articles en anglais. - La littérature grise a été exclue.
5. Une liste des études (incluses et exclues) est-elle fournie ?	4/4	- La liste ainsi que les raisons des études incluses et exclues ont été synthétisées dans un tableau. - La bibliographie mentionne chaque article inclus ou exclus.
6. Les caractéristiques des études incluses sont-elles indiquées ?	4/4	Un tableau représentant les caractéristiques des études incluses a été réalisé pour chaque essai.
7. La qualité scientifique des études incluses a-t-elle été évaluée et consignée ?	4/4	La qualité des preuves a été évaluée et classée à l'aide du système de grade de recommandation publié par la haute autorité de santé.
8. La qualité scientifique des études incluses dans la revue a-t-elle été utilisée adéquatement dans la formulation des conclusions ?	3/4	La qualité scientifique des études intégrées dans la revue a été prise en compte dans l'analyse des résultats et la conclusion.
9. Les méthodes utilisées pour combiner les résultats des études sont-elles appropriées ?	2/4	- Aucun test d'homogénéité n'a été réalisé. - Nous avons exposés les critères pour lesquels les essais étaient semblables.
10. La probabilité de biais de publication a-t-elle été évaluée ?	2/4	Aucun outil graphique ou test statistique n'a été réalisé pour évaluer le biais de publication.
11. Les conflits d'intérêts ont-ils été déclarés ?	2/4	Les sources de soutien des études incluses ne sont pas déclarées.

5 Conclusion

L'objectif de cette revue est de déterminer si actuellement, il est possible de conclure sur une efficacité de l'utilisation des ondes de choc dans le traitement de la tendinopathie patellaire.

5.1 Implication pour la pratique clinique et la recherche

Les résultats obtenus dans cette revue de littérature ne permettent pas de conclure sur une efficacité de l'utilisation des ondes de choc focales dans les tendinopathies patellaires. Les données recueillies sont hétérogènes et non significatives.

Il semblerait que les ondes de choc sont bénéfiques face à un traitement conservateur regroupant le massage, la physiothérapie et quelques exercices de renforcement. Néanmoins, face à du renforcement excentrique ou du repos représentant le traitement pilier de toutes les tendinopathies, les ondes de choc apporteraient un avantage qui reste négligeable.

Même si de plus en plus de praticiens y ont recours, il est difficile de se prononcer sur l'intérêt des ondes de choc dans cette revue. En effet, le faible nombre d'étude présente dans la littérature, la diversité des comparateurs ainsi que les hétérogénéités de résultats au sein même d'un seul essai rendent problématique la synthèse.

Van Leeuwen [57] avait conclu en 2009 dans sa revue, sans protocole défini, que les ondes de choc étaient un traitement prometteur pour la tendinopathie patellaire.

La littérature reste encore trop pauvre pour démontrer une quelconque efficacité.

D'autres essais cliniques randomisés confrontant les ondes de choc à un comparateur semblable avec un protocole similaire seront nécessaires.

Les traitements récemment introduits comme les ondes de choc, les injections de plasma, la thérapie laser basse énergie ou encore la thérapie par micro-courant n'ont pas démontré leur efficacité dans la prise en charge des tendinopathies. Certains articles semblent annoncer des résultats encourageants mais il est primordial de poursuivre les recherches.

Quelque soit la thérapeutique choisie, la kinésithérapie reste essentielle dans la prise en charge de la tendinopathie patellaire.

6 Bibliographie

- [1] Prévost P, Paris U. Le tendon à la loupe. Structure 2003.
- [2] Wang JHC. Mechanobiology of tendon. J Biomech 2006. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2005.05.011>.
- [3] Khan KM, Cook JL, Bonar F, Harcourt P, ??strom M. Histopathology of Common Tendinopathies. Sport Med 1999. <https://doi.org/10.2165/00007256-199927060-00004>.
- [4] Rees JD, Wilson AM, Wolman RL. Current concepts in the management of tendon disorders. Rheumatology 2006. <https://doi.org/10.1093/rheumatology/kel046>.
- [5] Bard, Combelles. Les tendinites du genou n.d. <http://www.genou.com/articles/JP-Tendinites.htm>.
- [6] Bouvard M, Marion C, Lippa A, Montaudon M. Anatomie et tendinopathie patellaire : un malentendu. J Traumatol Du Sport 2018. <https://doi.org/10.1016/j.jts.2018.10.001>.
- [7] Rupture partielle tendon n.d. <https://trashtalk.co/2019/03/16/dante-exum-rupture-partielle-du-tendon-rotulien-lanalyse-du-docteur-q/>.
- [8] Kaux JF, Forthomme B, le Goff C, Crielaard JM, Croisier JL. Current opinions on tendinopathy. J Sport Sci Med 2011.
- [9] Blazina ME, Kerlan RK, Jobe FW, Carter VS, Carlson GJ. Jumper's knee. Orthop Clin North Am 1973.
- [10] Van Der Worp H, De Poel HJ, Diercks RL, Van Den Akker-Scheek I, Zwerver J. Jumper's knee or lander's knee? A systematic review of the relation between jump biomechanics and patellar tendinopathy. Int J Sports Med 2014. <https://doi.org/10.1055/s-0033-1358674>.
- [11] Sancerne A, Kaux JF. Revue épidémiologique des tendinopathies les plus fréquentes. J Traumatol Du Sport 2015. <https://doi.org/10.1016/j.jts.2015.09.001>.
- [12] Rodineau J, Besch S. Mise au point sur les tendinopathies calcanéennes et patellaires. 2013.
- [13] Rees JD, Stride M, Scott A. TENDONS: TIME TO REVISIT INFLAMMATION? Br J Sports Med 2013. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092459.9>.
- [14] Puddu G, Ippolito E, Postacchini F. A classification of Achilles tendon disease. Am J Sports Med 1976. <https://doi.org/10.1177/036354657600400404>.
- [15] Khan KM, Cook JL, Kannus P, Maffulli N, Bonar SF. Time to abandon the "tendinitis" myth. Br Med J 2002. <https://doi.org/10.1136/bmj.324.7338.626>.
- [16] Cook JL, Purdam CR. Is tendon pathology a continuum? A pathology model to explain the clinical presentation of load-induced tendinopathy. Br J Sports Med 2009. <https://doi.org/10.1136/bjism.2008.051193>.
- [17] Malliaras P, Cook J. Patellar tendons with normal imaging and pain: Change in imaging and pain status over a volleyball season. Clin J Sport Med 2006. <https://doi.org/10.1097/01.jsm.0000244603.75869.af>.
- [18] Cook JL, Rio E, Purdam CR, Docking SI. Revisiting the continuum model of tendon pathology: What is its merit in clinical practice and research? Br J Sports Med 2016. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095422>.
- [19] Cook JL, Khan KM, Kiss ZS, Purdam CR, Griffiths L. Reproducibility and clinical utility of tendon palpation to detect patellar tendinopathy in young basketball players. Victorian Institute of Sport tendon study group. Br J Sports Med 2001.

- [20] Khan KM. Patellar tendinopathy: Some aspects of basic science and clinical management. *Br J Sports Med* 1998. <https://doi.org/10.1136/bjism.32.4.346>.
- [21] Purdam CR, Johnsson P, Alfredson H, Lorentzon R, Cook JL, Khan KM. A pilot study of the eccentric decline squat in the management of painful chronic patellar tendinopathy. *Br J Sports Med* 2004. <https://doi.org/10.1136/bjism.2003.000053>.
- [22] Zwerver J, Bredeweg SW, Hof AL. Biomechanical analysis of the single-leg decline squat. *Br J Sports Med* 2007. <https://doi.org/10.1136/bjism.2006.032482>.
- [23] Scientifique K. No Title. <https://www.km-mag.com/article/985-Tendinopathies-Les-Classifications> n.d.
- [24] Visentini PJ, Khan KM, Cook JL, Kiss ZS, Harcourt PR, Wark JD. The VISA score: An index of severity of symptoms in patients with jumper's knee (Patellar Tendinosis). *J Sci Med Sport* 1998. [https://doi.org/10.1016/S1440-2440\(98\)80005-4](https://doi.org/10.1016/S1440-2440(98)80005-4).
- [25] Guedj A, Mesplede P, Sorel G. Les tendinopathies en kinésithérapie : application au membre inférieur 2013;1ère parti.
- [26] Van Der Worp H, Van Ark M, Roerink S, Pepping GJ, Van Den Akker-Scheek I, Zwerver J. Risk factors for patellar tendinopathy: A systematic review of the literature. *Br J Sports Med* 2011. <https://doi.org/10.1136/bjism.2011.084079>.
- [27] Gremion G, Zufferey P. Tendinopathies du sportif: Étiologie, diagnostic et traitement. *Rev Med Suisse* 2015.
- [28] Duthon VB, Borloz S, Ziltener JL. Options thérapeutiques dans la tendinopathie rotulienne. *Rev Med Suisse* 2012.
- [29] Young MA, Cook JL, Purdam CR, Kiss ZS, Alfredson H. Eccentric decline squat protocol offers superior results at 12 months compared with traditional eccentric protocol for patellar tendinopathy in volleyball players. *Br J Sports Med* 2005. <https://doi.org/10.1136/bjism.2003.010587>.
- [30] Berner IC, Dudler J. Les ondes de choc extracorporelles en pathologie abarticulaire: Quelle utilité? *Med Hyg (Geneve)* 2004.
- [31] Julia, Hirt, Croisier. Tendon et jonction tendinomusculaire : de la biomécanique aux applications thérapeutiques. Elsevier Masson; 2011.
- [32] van der Worp H, van den Akker-Scheek I, van Schie H, Zwerver J. ESWT for tendinopathy: Technology and clinical implications. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc* 2013. <https://doi.org/10.1007/s00167-012-2009-3>.
- [33] Schmitz C, Császár NBM, Milz S, Schieker M, Maffulli N, Rompe JD, et al. Efficacy and safety of extracorporeal shock wave therapy for orthopedic conditions: A systematic review on studies listed in the PEDro database. *Br Med Bull* 2015. <https://doi.org/10.1093/bmb/ldv047>.
- [34] Notarnicola A, Moretti B. The biological effects of extracorporeal shock wave therapy (eswt) on tendon tissue. *Muscles Ligaments Tendons J* 2012.
- [35] Médical K. Le traitement par onde de choc en kinésithérapie n.d. <https://www.kinomedical.fr/content/29-le-traitement-par-ondes-de-choc-en-kinésithérapie>.
- [36] Van Der Worp H, Zwerver J, Van Den Akker-Scheek I, Diercks RL. The TOPSHOCK study: Effectiveness of radial shockwave therapy compared to focused shockwave therapy for treating patellar tendinopathy - Design of a randomised controlled trial. *BMC Musculoskelet Disord* 2011. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-12-229>.
- [37] Zwerver J, Verhagen E, Hartgens F, Van Den Akker-Scheek I, Diercks RL. The TOPGAME-study: Effectiveness of extracorporeal shockwave therapy in jumping athletes with patellar tendinopathy. Design of a randomised controlled trial. *BMC*

- Musculoskelet Disord 2010. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-11-28>.
- [38] van der Worp H, Zwerver J, Hamstra M, van den Akker-Scheek I, Diercks RL. No difference in effectiveness between focused and radial shockwave therapy for treating patellar tendinopathy: a randomized controlled trial. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2014. <https://doi.org/10.1007/s00167-013-2522-z>.
- [39] Zwerver J, Hartgens F, Verhagen E, Van Der Worp H, Van Den Akker-Scheek I, Diercks RL. No effect of extracorporeal shockwave therapy on patellar tendinopathy in jumping athletes during the competitive season: A randomized clinical trial. *Am J Sports Med* 2011. <https://doi.org/10.1177/0363546510395492>.
- [40] Pubmed n.d. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>.
- [41] Pedro n.d. <https://www.pedro.org.au/>.
- [42] Verhagen AP, De Vet HCW, De Bie RA, Kessels AGH, Boers M, Bouter LM, et al. The Delphi list: A criteria list for quality assessment of randomized clinical trials for conducting systematic reviews developed by Delphi consensus. *J Clin Epidemiol* 1998. [https://doi.org/10.1016/S0895-4356\(98\)00131-0](https://doi.org/10.1016/S0895-4356(98)00131-0).
- [43] 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 Canada* 2015. <https://doi.org/10.3138/ptc.2014-37f>.
- [44] Validité interne, Echelle Pedro n.d. <https://fr.slideshare.net/PEDro-SFP/echelle-de-pedro-validit-interne-dun-essai-clinique-11488147>.
- [45] Zhang C, Duan L, Liu Q, Zhang W. Application of shear wave elastography and B-mode ultrasound in patellar tendinopathy after extracorporeal shockwave therapy. *J Med Ultrason* 2019. <https://doi.org/10.1007/s10396-019-00979-7>.
- [46] Furia JP, Rompe JD, Cacchio A, Del Buono A, Maffulli N. A single application of low-energy radial extracorporeal shock wave therapy is effective for the management of chronic patellar tendinopathy. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc* 2013. <https://doi.org/10.1007/s00167-012-2057-8>.
- [47] Peers KHE, Lysens RJJ, Brys P, Bellemans J. Cross-sectional outcome analysis of athletes with chronic patellar tendinopathy treated surgically and by extracorporeal shock wave therapy. *Clin J Sport Med* 2003. <https://doi.org/10.1097/00042752-200303000-00003>.
- [48] Taunton, Khan. treatment of patellar tendinopathy with extracorporeal shock wave therapy. *BMCJ* 2003;Vol. 45.
- [49] Smith J, Sellon JL. Comparing PRP injections with ESWT for athletes with chronic patellar tendinopathy. *Clin J Sport Med* 2014. <https://doi.org/10.1097/JSM.0000000000000063>.
- [50] Williams HLM, Jones SA, Lyons C, Wilson C, Ghandour A. Refractory patella tendinopathy with failed conservative treatment-shock wave or arthroscopy? *J Orthop Surg* 2017. <https://doi.org/10.1177/2309499016684700>.
- [51] Lee WC, Ng GYF, Zhang ZJ, Malliaras P, Masci L, Fu SN. Changes on Tendon Stiffness and Clinical Outcomes in Athletes Are Associated With Patellar Tendinopathy After Eccentric Exercise. *Clin J Sport Med* 2020. <https://doi.org/10.1097/JSM.0000000000000562>.
- [52] Cheng L, Chang S, Qian L, Wang Y, Yang M. Extracorporeal shock wave therapy for isokinetic muscle strength around the knee joint in athletes with patellar tendinopathy. *J Sports Med Phys Fitness* 2019. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.18.09023-0>.
- [53] Wang CJ, Ko JY, Chan YS, Weng LH, Hsu SL. Extracorporeal shockwave for chronic

- patellar tendinopathy. *Am J Sports Med* 2007. <https://doi.org/10.1177/0363546506298109>.
- [54] Vetrano M, Castorina A, Vulpiani MC, Baldini R, Pavan A, Ferretti A. Platelet-rich plasma versus focused shock waves in the treatment of Jumper's knee in athletes. *Am J Sports Med* 2013. <https://doi.org/10.1177/0363546513475345>.
- [55] Thijs KM, Zwerver J, Backx FJG, Steeneken V, Rayer S, Groenenboom P, et al. Effectiveness of shockwave treatment combined with eccentric training for patellar tendinopathy: A double-blinded randomized study. *Clin J Sport Med* 2017. <https://doi.org/10.1097/JSM.0000000000000332>.
- [56] Couper MP, Tourangeau R, Conrad FG, Singer E. Evaluating the effectiveness of visual analog scales: A web experiment. *Soc Sci Comput Rev* 2006. <https://doi.org/10.1177/0894439305281503>.
- [57] Van Leeuwen MT, Zwerver J, Van Den Akker-Scheek I. Extracorporeal Shockwave therapy for patellar tendinopathy: A review of the literature. *Br J Sports Med* 2009. <https://doi.org/10.1136/bjsm.2008.050740>.
- [58] Vulpiani MC, Vetrano M, Savoia V, Di Pangrazio E, Trischitta D, Ferretti A. Jumper's knee treatment with extracorporeal shock wave therapy: A long-term follow-up observational study. *J Sports Med Phys Fitness* 2007.
- [59] Zwerver J, Dekker F, Pepping GJ. Patient guided Piezo-electric extracorporeal shockwave therapy as treatment for chronic severe patellar tendinopathy: A pilot study. *J Back Musculoskelet Rehabil* 2010. <https://doi.org/10.3233/BMR-2010-0257>.
- [60] Haute autorité de santé 2013. https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2013-06/etat_des_lieux_niveau_preuve_gradation.pdf.
- [61] Kung J, Chiappelli F, Cajulis OO, Avezova R, Kossan G, Chew L, et al. From Systematic Reviews to Clinical Recommendations for Evidence-Based Health Care: Validation of Revised Assessment of Multiple Systematic Reviews (R-AMSTAR) for Grading of Clinical Relevance. *Open Dent J* 2010. <https://doi.org/10.2174/1874210601004010084>.
- [62] Brosseau L, Laroche C, Guitard P, King J, Poitras S, Casimiro L, et al. La version franco-canadienne de l'outil Assessment of Multiple Systematic Reviews (AMSTAR). *Physiother Canada* 2017. <https://doi.org/10.3138/ptc.2015-80f>.

Annexes

Annexe 1 : VISA-P

Annexe 2 : Echelle Pedro

Annexe 1 : Questionnaire VISA-P

1. Combien de minutes pouvez-vous rester assis sans douleur ?										
0 min					100 min					
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2. Ressentez-vous des douleurs lorsque vous descendez les escaliers (avec un cycle de marche normal)?										
Douleur extrême					Pas de douleur					
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3. Ressentez-vous des douleurs au genou lors de son extension active sans appui ?										
Douleur extrême					Pas de douleur					
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4. Ressentez-vous des douleurs lorsque vous êtes debout pieds joints, et que vous vous laissez aller en avant pour vous réceptionner avec la jambe douloureuse (fente avant genou en charge) ?										
Douleur extrême					Pas de douleur					
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5. Présentez-vous des difficultés lors de squats ?										
Incapable					Aucun problème					
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6. Présentez-vous des douleurs pendant ou immédiatement après avoir réalisé 10 sautilllements unipodaux (sur une jambe) ?										
Douleur extrême/incapable					Pas de douleur					
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7. Pratiquez-vous actuellement un sport ou une autre activité physique ?										
0	Pas du tout									
4	Entraînement/compétition modifié									
7	Entraînement/compétition complet mais à un niveau différent (inférieur) de celui qui a vu les symptômes apparaître									
10	Entraînement/compétition à un niveau identique ou supérieur de celui qui a vu les symptômes apparaître									
8. Complétez uniquement A, B ou C pour cette question :										
<ul style="list-style-type: none"> - Si vous ne ressentez aucune douleur pendant la pratique sportive, veuillez compléter uniquement la Q8A. - Si vous ressentez une douleur pendant la pratique sportive mais qu'elle ne vous empêche pas de poursuivre celles-ci, veuillez compléter uniquement la Q8B. - Si vous ressentez une douleur qui vous empêche de poursuivre l'activité sportive, veuillez compléter uniquement la Q8C. 										

Q8A) Si vous ne ressentez aucune douleur pendant la pratique sportive, combien de temps pouvez-vous vous entraîner/jouer ?				
0 min	0-5 min	6-10 min	11-15 min	>15 min
0	7	14	21	30
Q8B) Si vous ressentez de la douleur pendant la pratique sportive mais qu'elle ne vous empêche pas de poursuivre celle-ci, combien de temps pouvez-vous vous entraîner/jouer ?				
0 min	0-5 min	6-10 min	11-15 min	>15 min
0	4	10	14	20
Q8C) Si vous ressentez une douleur qui vous empêche de poursuivre l'activité sportive, combien de temps pouvez-vous vous entraîner/jouer ?				
0 min	0-5 min	6-10 min	11-15 min	>15 min
0	2	5	7	10
Score total : /100				

Annexe 2 : Échelle Pedro

Échelle PEDro

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

Résumé

Introduction : Les lésions tendineuses surviennent généralement, chez le sujet sportif dont les gestes sont répétitifs avec des contraintes mécaniques élevées. Notre revue ne s'intéresse qu'à la tendinopathie patellaire, également appelée « jumper's knee ». Une multitude de thérapeutiques est à ce jour disponible pour les traiter.

Objectif : L'utilisation des ondes de choc devient de plus en plus courante pour traiter les tendinopathies dans les cabinets de kinésithérapie. Notre revue de littérature s'interroge sur l'efficacité des ondes de choc dans la prise en charge de la tendinopathie patellaire à l'heure actuelle.

Méthodologie de recherche : Trois bases de données ont été investiguées. Cette revue systématique d'ordre thérapeutique a inclus cinq essais cliniques randomisés s'appuyant sur deux critères de jugement : les scores VISA-P et EVA.

Résultats : Un seul de nos cinq essais cliniques randomisés démontre une réelle efficacité statistiquement significative. Trois de nos études n'ont pas apporté de résultats significatifs et démontre une efficacité négligeable. Le dernier article place les PRP comme étant plus efficace que l'application d'onde de choc. Néanmoins, dans tous les essais, les ondes de choc ont conduit à une réduction de la douleur.

Discussion : A l'heure actuelle, trop peu de preuves existantes dans la littérature confirment l'efficacité des ondes de choc dans le traitement de la tendinopathie patellaire. D'autres essais cliniques randomisés confrontant les ondes de choc à un comparateur semblable avec un protocole similaire seront nécessaires.

Mots clés : Tendinopathie patellaire, onde de choc extracorporelle, traitement

Abstract

Background : Tendon injuries usually occur in athletes whose gestures are recurring and which require high mechanical restrictions. Our review deals only with patellar tendinopathy, also known as Jumper's knee. Currently, multitudes of therapeutics are available to heal it.

Objective : In physical therapy cabinets, the use of extracorporeal shock waves to cure tendinopathies tends to increase. In this literature review, we will ask ourselves if shock waves are really effective to treat patellar tendinopathy.

Methods : Three databases have been investigated. Five randomized clinical trials have been included to this therapeutical systematic review. The judgement criteria are the VISA-P and VAS score.

Results : Only one in five of our clinical trials proves a statistically significant efficacy. Three of our studies do not provide satisfaction. Indeed, the results are insignificant and their efficiency is negligible. The last article demonstrates that Platelet Rich Plasma is more effective than shock waves. However in each trial, shock waves reported a reduction of pain.

Discussion : At this time, very little evidence was provided in literature about the effectiveness of shock waves in the treatment of patellar tendinopathies. Other randomized clinical trials confronting shock waves to a similar comparator with a similar protocol have to be made.

Keywords : Patellar tendinopathy, jumper's knee, shockwave, ESWT, treatment