



**HAL**  
open science

# Intérêt du renforcement isométrique dans la prise en charge de la douleur provoquée par les tendinopathies patellaires

Wassim Berguigua

► **To cite this version:**

Wassim Berguigua. Intérêt du renforcement isométrique dans la prise en charge de la douleur provoquée par les tendinopathies patellaires. Sciences du Vivant [q-bio]. 2020. dumas-03080271

**HAL Id: dumas-03080271**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03080271v1>**

Submitted on 17 Dec 2020

**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**

**INTÉRÊT DU RENFORCEMENT ISOMÉTRIQUE  
DANS LA PRISE EN CHARGE DE LA DOULEUR  
PROVOQUÉE PAR LES TENDINOPATHIES  
PATELLAIRES**

**BERGUIGUA Wassim**

**Directeur de mémoire : M. BLACHERE Adrien**

## Remerciements

Dans un premier temps, je souhaite remercier profondément mon directeur de mémoire Monsieur BLACHERE Adrien qui a su m'aider, me comprendre et m'apporter son aide tout au long de la réalisation de cette revue.

Aussi, j'aimerais remercier l'ensemble du corps enseignant de l'IFMK Marseille, pour l'enseignement dispensé durant ces 4 années.

Je souhaiterais adresser mes plus sincères remerciements à ma famille : mon père, ma mère, mon frère et ma sœur pour le soutien et l'amour inconditionnel dont ils ont toujours fait preuve à mon égard.

Je remercie également mes amis, sans qui mon parcours scolaire au sein de l'Institut n'aurait pas eu la même saveur, je les remercie pour tous ces moments inoubliables. J'ai une pensée particulière pour Paul et Pierre, sans oublier mon binôme Nathanaël avec qui j'ai pris un réel plaisir à apprendre mon futur métier.

La réalisation de ce projet de fin d'étude a été possible grâce au concours de ces différentes personnes, je leur présente mes sincères remerciements, mon respect et ma gratitude.

## Table des matières

<b>1</b>	<b>Introduction</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1</b>	<b>Rappels physiopathologiques du tendon</b> .....	<b>1</b>
1.1.1	Structure du tendon sain .....	1
1.1.2	Physiopathologie du tendon dégénératif.....	3
1.1.3	Différents types de tendinopathies .....	4
<b>1.2</b>	<b>Le renforcement isométrique</b> .....	<b>6</b>
1.2.1	Rappels sur les types de renforcements musculaires[26] .....	6
1.2.2	Intérêt et effet thérapeutique du renforcement isométrique sur les tendons douloureux.....	7
1.2.3	Application au quadriceps .....	9
<b>1.3</b>	<b>La douleur</b> .....	<b>12</b>
1.3.1	Rappels .....	12
1.3.2	Des outils d'évaluation de la douleur : Le score « VISA P » et l'évaluation numérique de la douleur	13
<b>1.4</b>	<b>Objectifs de la revue de littérature</b> .....	<b>14</b>
<b>2</b>	<b>. Méthode</b> .....	<b>16</b>
<b>2.1</b>	<b>Critères d'éligibilité des études pour cette revue</b> .....	<b>16</b>
2.1.1	Types d'études .....	16
2.1.2	Le modèle PICO .....	16
<b>2.2</b>	<b>Méthodologie de recherche des études</b> .....	<b>17</b>
2.2.1	Sources documentaires investiguées .....	17
2.2.2	Équation de recherche utilisée .....	18
<b>2.3</b>	<b>Méthode d'extraction et d'analyse des données</b> .....	<b>19</b>
2.3.1	Sélection des études.....	19
2.3.2	Extraction des données .....	20
2.3.3	Évaluation de la qualité méthodologique des études sélectionnées.....	21
2.3.4	Méthode de synthèse des résultats .....	22
<b>3</b>	<b>Résultats</b> .....	<b>23</b>
<b>3.1</b>	<b>Description des études</b> .....	<b>23</b>
3.1.1	Diagramme de flux .....	23
3.1.2	Études exclues .....	24
3.1.3	Études incluses .....	24
<b>3.2</b>	<b>Risque de biais des études incluses</b> .....	<b>26</b>
3.2.1	Grille d'analyse utilisée .....	26
3.2.2	Synthèse des biais retrouvés .....	26
<b>3.3</b>	<b>Effets de l'intervention sur le critère de jugement de votre revue</b> .....	<b>28</b>
3.3.1	Critère de jugement principal : la douleur et l'échelle numérique .....	28
3.3.2	Critère de jugement secondaire : le degré de sévérité et le score VISA-P .....	33
<b>4</b>	<b>Discussion</b> .....	<b>38</b>
<b>4.1</b>	<b>Analyse des principaux résultats</b> .....	<b>38</b>
4.1.1	Résultats et critère de jugement principal : la douleur .....	38
4.1.2	Analyse et critères de jugements secondaires : le degré de sévérité de tendinopathie (VISA-P) et le seuil de pression à la douleur .....	42
<b>4.2</b>	<b>Applicabilité des résultats en pratiques clinique</b> .....	<b>43</b>
<b>4.3</b>	<b>Qualité des preuves</b> .....	<b>46</b>
<b>4.4</b>	<b>Biais potentiel de la revue</b> .....	<b>47</b>
<b>5</b>	<b>Conclusion</b> .....	<b>49</b>

<b>5.1</b>	<b>Implication pour la pratique clinique .....</b>	<b>49</b>
<b>5.2</b>	<b>Implication pour la recherche .....</b>	<b>49</b>
	<b><i>BIBLIOGRAPHIE</i> .....</b>	<b>50</b>

# 1 Introduction

Les tendinopathies sont un des troubles musculo squelettiques les plus répandus du 21<sup>e</sup> siècle en particulier chez les sujets sportifs, y compris les sportifs amateurs. Ce sont des pathologies qui ont toujours particulièrement attiré mon attention car leurs rééducations et leurs physiopathologies sont à l'heure actuelle source de nombreux débats.

Une des tendinopathies les plus courantes chez les sportifs effectuant des changements rapides de directions (action de freinage) et surtout des sauts répétitifs est la tendinopathie patellaire aussi appelée « jumper knee » en anglais. On la retrouve fréquemment chez les athlètes pratiquant des sports tels que le volley ball ou le basket ball. [1] Ce sont des sports où la chaîne musculaire d'extension est soumise à des contraintes variées, fortes et répétitives pouvant entraîner des tendinopathies et la douleur provoquée par ces dernières peut se chroniciser et entraîner une gêne au quotidien et dans la pratique de leur sport.

Selon la Haute autorité de santé (HAS) dans un rapport de 2016 : « *Les tendinopathies recouvrent des pathologies différentes qui traduisent avec un degré de gravité variable une souffrance du tendon, de l'inflammation à la rupture. Elles ont pour localisation le genou, le coude, l'épaule et le pied. La tendinopathie simple se caractérise par une inflammation (souvent douloureuse) sans lésion du tendon. Une tendinopathie survient souvent à la suite d'un traumatisme ou d'une suractivité liée à la répétition des mouvements, accentuée par l'utilisation d'un matériel inadapté. Habituellement, la douleur, discrète au début, s'accroît pour rendre le mouvement difficile. Cette inflammation peut durer plusieurs semaines voire plusieurs mois. Les tendinopathies sont donc responsables d'une douleur et d'une gêne fonctionnelle plus ou moins marquée.* » [2]

Le renforcement musculaire isométrique est une thérapeutique émergente et très récente qui peu à peu se dévoile depuis quelques années dans la prise en charge des tendinopathies. Des kinésithérapeutes (**Jill Cook et al**[3]) ont exploré son intérêt dans la réhabilitation progressive du tendon à la contrainte, et ses différents effets sur le tendon. Dans cette revue nous allons nous intéresser à son effet analgésiant sur les patients atteints de tendinopathies patellaires et essayer de voir si cette thérapeutique peut faire partie de l'arsenal de soins que le kinésithérapeute peut proposer à son patient.

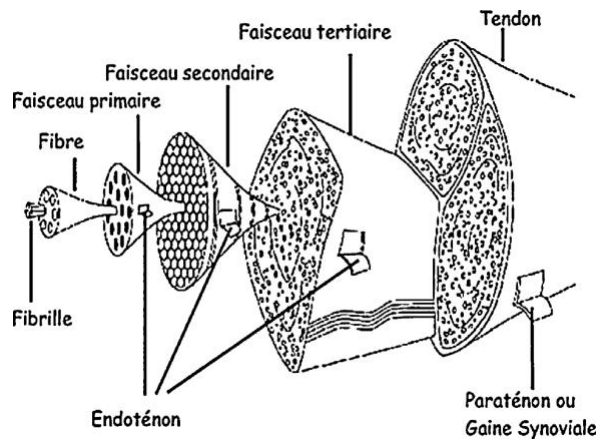
## 1.1 Rappels physiopathologiques du tendon

### 1.1.1 Structure du tendon sain

Selon Kaux et al : « *Le tendon, tissu conjonctif fibreux, mécaniquement responsable de la transmission de la force des muscles vers les os, constitue une entité dynamique qui, en fonction des contraintes, se restructure en permanence et ce, grâce à diverses modifications métaboliques et mécaniques* »[4]

D'un point de vue macroscopique, le tendon sain est de couleur blanche et a un aspect brillant, sa texture est décrite comme fibro-élastique.[5]

D'un point de vue microscopique, sa structure collagénique décrit une hiérarchie rigoureuse [6]: les protéines de collagène viennent s'assembler pour donner naissance à des micro-fibrilles, qui elles-mêmes s'assemblent pour donner naissance à des fibrilles, qui s'assemblent en fibres primaires, secondaires et tertiaires ( les fibres sont enveloppées d'endoténon), ces fibres s'assemblent en faisceaux qui par leur alignement longitudinal forme le tendon proprement dit, qui lui est entouré par le paraténon [4][6].



**Figure 1 : Structure du tendon**[6]

La matrice extra cellulaire est le composant principal du tendon et elle est constituée de divers composants tels que des protéoglycanes, des glycoprotéines ou encore le collagène (c'est l'élément principal de la matrice extra cellulaire). On retrouve au sein de cette matrice les éléments cellulaires. Le tendon humain se compose de 30% de masse sèche et de 70% d'eau [4].

On décrit deux jonctions au niveau d'un tendon :

Tout d'abord, la jonction avec le muscle dite « musculo-tendineuse », qui est une zone de fragilité, où les myocytes laissent un espace aux fibres de collagène qui s'y enfoncent en profondeur et assurent ainsi la transmission de la tension musculaire en provenance des myocytes et en direction du tendon. Cette harmonie architecturale diminue donc la tension que le tendon reçoit lors d'une contraction musculaire. [4]

Ensuite, la jonction avec l'os dite « ostéo-tendineuse » ou encore « enthèse ». L'enthèse est la zone d'ancrage du tendon sur l'os et sa structure architecturale se décompose en 4 parties distinctes qui sont : l'os, le fibrocartilage minéralisé, le fibrocartilage, et pour finir le tendon. Elle commence donc par du collagène (au niveau du tendon), puis se minéralise petit à petit pour aboutir à de l'os cortical minéralisé.

La vascularisation du tendon est assurée par 3 grandes sources : 2 systèmes intrinsèques au niveau de l'enthèse et de la jonction musculo-tendineuse et un système extrinsèque par l'intermédiaire de la gaine synoviale ou via le paraténon s'il n'y a pas de gaine synoviale (comme c'est le cas pour le tendon patellaire).[4][7]

L'innervation du tendon est assurée par fibres nerveuses de provenance cutanées, musculaires et peri-tendineuses. Quelques fibres nerveuses s'enfoncent au niveau des jonctions musculo-tendineuses mais la plupart des fibres restent en périphérie du tendon. On distinguera alors deux cas de figure pour les terminaisons des fibres nerveuses qui pénètrent dans l'endotendon : les terminaisons de fibres myélinisées sensibles aux variations de pression (ce sont des mécanorécepteurs appelés Organe tendineux de Golgi), et les terminaisons des fibres non myélinisées (qui elles sont des nocicepteurs). Il y a aussi des fibres sympathiques et parasympathiques au niveau des tendons.[4][7]

### 1.1.2 Physiopathologie du tendon dégénératif

D'un point de vue macroscopique le tendon dégénératif est beaucoup plus tendre et friable que le tendon sain qui lui est plus consistant, ferme. La couleur d'un tendon dégénératif tend vers un jaune grisâtre (contrairement au tendon sain qui lui est comme mentionné ci-dessus blanc et brillant). [8]

D'un point de vue microscopique la structure du tendon souffrant de tendinopathie se caractérise par de nombreux changements qui sont :

- une altération de la structure hiérarchisée des fibres de collagène et des fibres qui sont affinées [9][10]
- une quantité anormale de collagène de type 3 qui est associé à la guérison du tendon [4][11]
- une augmentation des composants de la matrice extracellulaire avec une augmentation du nombre de glycosaminoglycanes et proteoglycanes [12], or une dysfonction des proteoglycanes diminue l'élasticité du tendon et la résistance à la tension musculaire du tendon [13]
- une augmentation de l'apoptose cellulaire au niveau des cellules composants le tendon[14]
- une expression anormale du facteur de croissance BMP 2 qui peut entrainer une transformation du tissu collagénique en tissu cartilagineux voir en tissu osseux [4]
- une néovascularisation tendineuse dont l'origine est incertaine mais qui est potentiellement due à la réparation tendineuse ou à la douleur [10][15]
- une néo-innervation qui escorte cette néovascularisation et qui est potentiellement un des facteurs de la douleur ressentie lors d'une tendinopathie[4]

Ici, nous avons détaillé les principaux changements microscopiques retrouvés au niveau du tendon mais ces changements ne sont pas forcément tous présents lors d'une tendinopathie et selon sa localisation. De nombreuses études continuent de rechercher ces modifications métaboliques que l'on observe au sein de la structure du tendon dégénératif.



### 1.1.3 Différents types de tendinopathies

Cliniquement le diagnostic d'une tendinopathie répond à la triade suivante : douleur lors de l'étirement du tendon, douleur à la palpation et douleur lors d'une contraction isométrique.

Les tendinopathies ont longtemps été appelées tendinites ce qui représente un abus de langage. De nos jours plusieurs classifications sont disponibles.

Tout d'abord, il faut introduire une classification en corrélation avec la localisation, où l'on distinguera 3 grands types de tendinopathies :

- **Les tendinopathies périphériques ou péricardineuses** : comme les bursites ou les téno-synovites
- **Les tendinopathies d'insertion** : enthésopathie (pour les tendinopathies situées à la jonction ostéo-tendineuse) et les myotendinopathies (pour les tendinopathies situées à la jonction musculo-tendineuse)
- **Les tendinopathies corporéales** : qui regroupent les tendinoses (ou il n'y a pas de caractère inflammatoire à proprement parler) les tendinites (ou il y a une inflammation au niveau du tendon), les calcifications ou encore les nodules...

On remarque donc que le caractère inflammatoire d'une tendinopathie n'est pas forcément retrouvé dans tous les types d'affections du tendon.

La classification la plus connue à l'heure actuelle pour diagnostiquer les tendinopathies est la **classification de Blazina**. Selon la gravité de l'atteinte, 5 stades sont décrits [4][16] :

- **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

En théorie tous les tendons du corps humain peuvent développer une tendinopathie bien que certains tendons tels que le tendon patellaire, quadricipital, achilléen ou encore le tendon du supra-épineux sont atteints plus souvent comme le montrent certaines études [17][18].

Les tendinopathies ne touchent pas seulement les sujets sportifs, elles touchent les populations actives (donc y compris les personnes ne pratiquant pas de sport), on sait cependant que certains facteurs favorisent l'apparition de tendinopathies et que son étiologie est souvent d'origine multifactorielle. [4][18]

On regroupe ces facteurs de risques en 2 grands groupes qui sont :

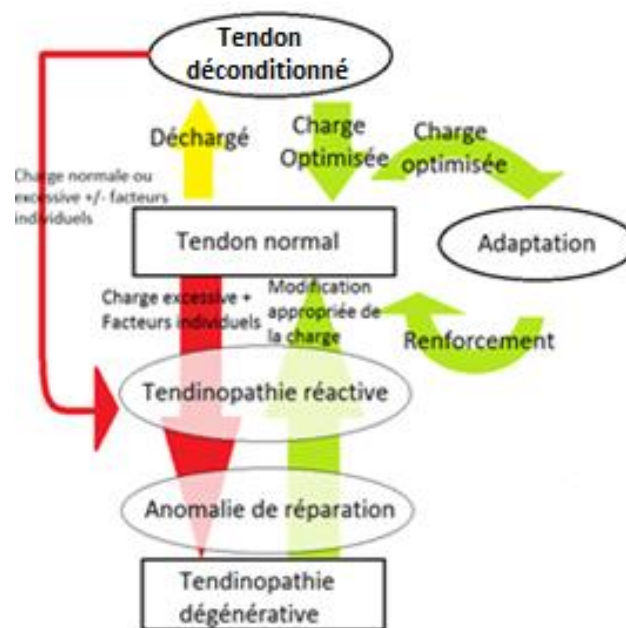
- **Les facteurs intrinsèques** : l'âge ( la sénescence diminue les propriétés mécaniques et crée une dégénérescence de la structure hiérarchique du tendon) , le sexe (on note une prédominance masculine dans l'incidence des tendinopathies), l'hérédité, la génétique, le manque de souplesse ou encore un déséquilibre musculaire [18][19][20]. Il existe également des facteurs intrinsèques métaboliques comme l'hypercholestérolémie ou l'hyper-uricémie [4][21].
- **Les facteurs extrinsèques** : le matériel utilisé lors de la pratique de sport (chaussures ou encore les différents types de sol), une surcharge de travail, une mauvaise organisation des séances d'entraînements (échauffement, récupération), un geste sportif mal réalisé, une mauvaise hygiène de vie (sommeil, hydratation trop faible) et pour finir la prise de certains médicaments (corticoïdes, statines..) [4][18][20][22]

Pour clore cette partie sur le classement des tendinopathies, un modèle de **classification « en continuum »** a été proposé par des chercheurs. En effet, **JL Cook et CR Purdam** ont suggéré que les tendinopathies présentent différents stades qui sont continus et leur évolution également est continue.[3] En effet , ce modèle de continuum décrit 3 stades distincts mais intimement liés au sein des tendinopathies qui sont :

- **Les tendinopathies réactives** : Elle résultent d'une surcharge aiguë, d'une activité physique inhabituelle, ou encore d'un « *choc direct comme une chute sur le tendon* »[8]. Elles correspondent à une réponse de prolifération non inflammatoire des cellules tendineuses et de la matrice extra cellulaire qui se traduit par un épaissement du tendon de manière homogène sur une portion. C'est donc une réponse à court terme d'épaississement local, et le tendon a la possibilité de revenir à sa structure normale s'il y a une réduction suffisante de la surcharge et/ou du temps entre les sessions de charge. On retrouve régulièrement ces tendinopathies chez des sujets jeunes comme par exemple chez des sujets athlètes qui pratiquent les sauts à répétition et sont donc atteint de tendinopathies patellaires ou encore chez l'athlète revenant de blessure.[3]
- **Le délabrement du tendon** : ce stade décrit la tentative de guérison tendineuse avec une détérioration matricielle et une augmentation du nombre de cellules et de la production protéique, il y a parfois une augmentation de vascularisation et « *une invagination neurale associée* »[3]. Le tendon reste gonflé et ce stade est la continuité du précédent. Une réversibilité est toujours possible en gérant le volume de la charge des exercices et leurs fréquences pour créer un stimuli sur la structure matricielle [23]. C'est un stade difficile à diagnostiquer.

- **Les tendinopathies dégénératives :** Le changement des cellules et de la matrice a progressé, l'apoptose cellulaire crée des zones acellulaires et des zones de matrices désorganisées avec neovascularisation et peu de collagène. Ce stade est retrouvé chez des personnes plus âgées ou chez les athlètes avec une surcharge chronique du tendon.[3] Il y a toujours une possibilité de régression vers un stade de délabrement même si cette dernière est faible.[24]

Ce modèle prend donc en compte une continuité des altérations dégénératives que nous avons évoquées auparavant, et c'est le fait d'ajouter ou d'enlever de la charge appliquée sur le tendon qui serait le stimulus principal pour retourner à un état antérieur ou amener le tendon à un stade supérieur dans ce continuum.[25]



**Figure 2 : Modèle en « Continuum » des tendinopathies[3]**

## 1.2 Le renforcement isométrique

### 1.2.1 Rappels sur les types de renforcements musculaires[26]

Le renforcement musculaire est indissociable de la pratique sportive et se présente sous différentes formes.[27]

Pour rappel, il existe 3 grands types de renforcements musculaires : le renforcement dit concentrique, excentrique et enfin le renforcement isométrique. Ces 3 types de renforcements musculaires peuvent être regroupés en 2 types de contraction musculaire :

- La contraction statique aussi appelée isométrique
- La contraction dynamique aussi appelée contraction isotonique. Cette dernière regroupe le renforcement musculaire concentrique et excentrique.

Tout d'abord, nous allons détailler brièvement la contraction musculaire dynamique dite isotonique. Comme nous l'avons rappelé précédemment, elle regroupe 2 types de contractions :

- ⇒ La phase concentrique : c'est la phase de contraction musculaire qui amène le muscle vers une course interne. Si on prend l'exemple du quadriceps, si on va vers une extension de genou, le muscle sera dans sa phase concentrique et le muscle va se raccourcir en termes de longueur.
- ⇒ La phase excentrique : c'est la phase du mouvement où le muscle va aller vers une course externe en retenant la charge. Dans le cas du quadriceps, on va donc emmener le genou d'une position d'extension vers une position de flexion de genou et le muscle va donc s'allonger en termes de longueur. A noter que durant cette phase le muscle peut retenir des charges plus lourdes que lors d'une phase concentrique.

La contraction statique ou isométrique quant à elle permet une contraction musculaire sans variation de longueur du muscle, elle permet de proposer au sportif des « charges quasi maximales »[27]. Si on prend à nouveau l'exemple du quadriceps l'exercice de la chaise dos plaqué contre le mur, on positionne les cuisses à un angle de 90° avec le bassin, les genoux aussi sont à 90° on réalisera alors un travail isométrique du quadriceps (d'autres muscles sont sollicités bien sûr), c'est un travail statique de gainage.

Tous les différents types de renforcements musculaires sont utilisés à l'heure actuelle en kinésithérapie mais dans le cadre de la rééducation des tendinopathies, ce sont les exercices excentriques qui sont le plus recommandés [1].

Cependant, ces dernières années des recherches s'intéressent aux alternatives possibles en termes d'exercices de renforcement et notamment sur le renforcement isométrique et le traitement de la douleur.

### 1.2.2 Intérêt et effet thérapeutique du renforcement isométrique sur les tendons douloureux

Comme nous l'avons rappelé précédemment, le renforcement excentrique est préconisé en premier lieu pour le traitement kinésithérapique des tendinopathies.[1]

La diminution de douleur ou analgésie peut être réalisée de manière passive (avec des techniques de cryothérapie par l'intermédiaire de glace par exemple)[28] ou bien de manière active en utilisant la pratique d'exercices physique de type isométrique par exemple)[29]. Dans le cadre de la rééducation d'une tendinopathie chez un sujet actif (sportif ou pas), le kinésithérapeute a beaucoup d'avantages qui découlent de l'utilisation des exercices en rééducation et donc de l'analgésie active [30]. Tout d'abord, on a longtemps pensé que le renforcement isométrique n'avait pas forcément une influence sur l'architecture tissulaire comme le renforcement excentrique par exemple, cependant des études ont montré que le renforcement isométrique aussi avait des bénéfices sur la réorganisation tissulaire du tendon et qu'il améliorait ses propriétés viscoélastiques[31][32]. De plus, le renforcement isométrique (tout comme les autres types de renforcements) a une action sur l'inhibition intra

corticale des muscles du corps humain, en la diminuant il a un effet de réduction sur la douleur et notamment un effet plus marqué à court terme [33].

Toutes ces raisons montrent bien que le renforcement isométrique, au même titre que les autres types de renforcements musculaires, est une stratégie potentielle de prise en charge de la douleur des tendinopathies patellaires par un phénomène d'analgésie active.

La sensibilité à la douleur est donc influencée par les exercices, qu'ils soient excentriques, concentriques ou bien isométriques[34]. En effet, cette sensibilité diminue pendant la pratique d'exercice isométrique mais les mécanismes qui en sont à l'origine sont encore hypothétiques à l'heure actuelle.[35]

Néanmoins, le renforcement isométrique présente des avantages qui le distinguent des autres types de renforcements musculaire et notamment du renforcement excentrique. Le fait de ne pas créer de variations de longueur du muscle lors des exercices de renforcement présente une sensation plus agréable et notamment à court terme pour les patients souffrants de tendinopathies [30]. En effet le fait de créer un mouvement avec une charge à supporter pour le tendon douloureux peut créer des sensations plus désagréables pour les patients et une perception plus douloureuse de leur rééducation : et ce phénomène est bien évidemment majoré pour les patients ayant une forte douleur de base au niveau de leurs tendons [36]. Le renforcement statique apparaît alors comme moins désagréable en pratique clinique pour les patients et notamment les patients très douloureux et le fait de ne pas réaliser de mouvement se présente alors comme un avantage thérapeutique dans leur prise en charge.

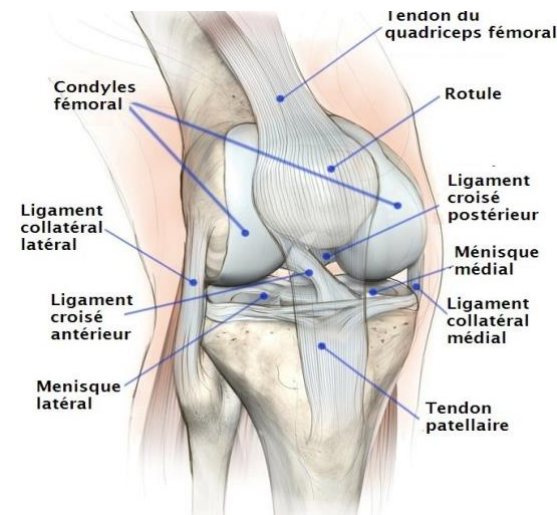
D'autres études ont exploré l'effet du renforcement isométrique sur la perception de la douleur : une des hypothèses serait qu'il y ait un lien entre la pression artérielle et la perception de la douleur chez les sujets réalisants un exercice isométrique[35]. En effet, la sensibilité à la douleur est réduite lors de la pratique d'un exercice de renforcement isométrique, cette étude de Ring et al [35] a cherché le lien entre l'augmentation de la pression artérielle et la diminution de la douleur pendant la réalisation d'un exercice isométrique d'intensité croissante. Les participants ont décrit une atténuation de la douleur de manière linéaire lors de la réalisation d'exercices isométriques et à l'inverse la pression artérielle a augmenté proportionnellement à la force de contraction isométrique. Il existerait donc un mécanisme d'inhibition des barorécepteurs lors d'une contraction isométrique qui aurait un effet analgésiant.

Bien évidemment ces hypothèses sont encore à approfondir mais permettent d'offrir une vision intéressante du renforcement isométrique et de son effet sur la douleur et cela notamment dans le traitement des tendinopathies. Les tendinopathies offrent à l'heure actuelle de nombreux débats dans leurs prises en charge et le renforcement isométrique apparaît alors comme une alternative très intéressante dans la prise en charge de la douleur.

### 1.2.3 Application au quadriceps

- **Le tendon patellaire**

Selon l'œuvre de **Dufour** : Le tendon patellaire a pour origine l'apex de la patella et il se termine sur la tubérosité tibiale antérieure. Son trajet est oblique en bas et en dehors, il est indissociable du ligament patellaire dont il forme la partie profonde et monoarticulaire.



**Figure 3 : Anatomie du tendon patellaire**

Selon Bouvard et al [37] :cette structure anatomique indissociable qui regroupe à la fois le tendon et le ligament patellaire et qui unit la pointe de la patella à la tubérosité tibiale est souvent dénommée « ligament patellaire » par abus de langage ce qui peut créer une source de confusion car le rôle prioritaire de cette structure n'est pas la stabilité mécanique de l'articulation du genou (comme le font par exemple les ligaments croisés et collatéraux du genou).

En effet, le rôle du tendon patellaire (associé au ligament patellaire) est bien une « *prolongation de l'action mécanique du quadriceps vers le squelette jambier au-delà du sésamoïde patellaire* » [37]

- **La tendinopathie patellaire ou « jumper knee »**[38]

La tendinopathie patellaire (ou jumper's knee) a une incidence élevée dans certains sports. En effet, les sports où les athlètes effectuent des sauts répétitifs comme le volleyball ou le basketball[39]. Selon Lian et al qui ont mené une étude de prévalence sur plusieurs centaines (environ 600) d'athlètes professionnels norvégiens [40] : il y a une prévalence de 45% de tendinopathies patellaires chez les joueurs de volley-ball et 32% chez les joueurs de basket-ball.

Cette tendinopathie est donc intimement liée aux sports de sauts (même si une personne non sportive peut la développer) : les enchainements de sauts créent une charge d'énergie très élevée dans la chaîne d'extension du membre inférieur (c'est surtout l'action excentrique du quadriceps lors de la réception d'un saut qui vient aggraver le tendon patellaire et créer cette pathologie lorsque cette agression est répétée à de nombreuses reprises [41]) et cela a pour conséquences plusieurs symptômes, comme une douleur (certains des patients n'ont pas de ce symptôme douloureux car il n'y a pas une corrélation systématique entre la lésion tendineuse et la douleur [42]) et un trouble dégénératif du tendon patellaire. On note bien une prédominance dégénérative plutôt qu'inflammatoire dans ce type de tendinopathie et le terme « tendinite » semble bien être un abus de langage dans ce cas.

Comme nous l'avons rappelé précédemment, il y a des facteurs de risques de développement d'une tendinopathie patellaire. Une étude systématique s'y est intéressée particulièrement, selon Worp et al [43] : les facteurs tels que le surpoids et une grande circonférence abdominale sont en corrélation avec une augmentation d'incidence des tendinopathies patellaires, en effet le genou reçoit directement les contraintes mécaniques de notre corps et il apparaît alors qu'un excès de masse corporelle augmente considérablement les contraintes mécaniques que le tendon patellaire subit et donc le risque de tendinopathie. Cette étude révèle aussi qu'une inégalité de longueur des membres inférieurs ou un effondrement de la voûte plantaire sont également des facteurs aggravants d'apparition des tendinopathies patellaires. On remarque aussi qu'une faiblesse musculaire du quadriceps et des ischio-jambiers ainsi qu'une hypo extensibilité de ces derniers sont des facteurs majorants l'apparition des tendinopathies patellaires. De plus, des facteurs intrinsèques comme une haute laxité de la patella ou un déséquilibre musculaire du membre inférieur ou un mauvais alignement osseux a une influence et augmente le risque d'apparition de tendinopathie. Pour finir, il y a une prédominance masculine dans le développement de cette tendinopathie et une prédominance dans certains sports comme nous l'avons rappelé ci-dessus. Souvent plusieurs facteurs s'associent dans l'apparition des tendinopathies et elles sont alors multifactorielles, ce sont toutefois les facteurs extrinsèques et notamment la surcharge de travail mécanique de la chaîne d'extension par action frénatrice du quadriceps qui sont le plus souvent évoqués comme origine d'apparition de cette tendinopathie.

D'un point de vue patho-physiologique, on peut retrouver plusieurs types de tendinopathies patellaires : les tendinopathies d'insertions tendineuses au niveau de la pointe de la patella (qui sont les plus courantes) et tendinopathies d'insertion au niveau de la tubérosité tibiale (qui elles sont plus rares). On note également une possibilité de tendinopathies au niveau du corps même du tendon patellaire mais ces dernières sont très rares. Cette tendinopathie est donc la plupart du temps située au niveau de l'insertion tendineuse à la pointe de la patella et est caractérisée par une dégénérescence progressive du tissu tendineux rotulien, une difficulté pour ce tissu à se réparer ainsi qu'une quasi absence de cellules inflammatoires, macroscopiquement on décrit ce tendon comme jaunâtre et non pas blanc et brillant comme il devrait l'être [44]. On remarque également une néo vascularisation accrue du tendon qui peut certainement avoir un lien avec le phénomène douloureux [45]

Le diagnostic de la tendinopathie est essentiellement clinique et manifesté par une douleur à la palpation à la partie antérieure du genou en projection de la pointe de la patella et donc de l'insertion proximale du tendon rotulien. Cette douleur est majorée par une augmentation de

la pratique sportive et cette dernière peut devenir invalidante et être présente pendant tous types d'activités sportives ou non voir même au repos comme nous l'avons expliqué dans les classifications des tendinopathies selon Blazina précédemment[16]. Le diagnostic de la tendinopathie patellaire répond à la triade diagnostique clinique : douleur à la palpation, étirement du quadriceps et contraction isométrique (donc lorsque la jambe est tendue). Un test régulièrement utilisé est le squat descendant sur une jambe (« single leg decline squat » en anglais) : il consiste à reproduire les symptômes associés à la tendinopathie rotulienne, une seule jambe s'accroupit, en allant jusqu'à 30° de flexion du genou, l'autre jambe reste en extension[38]. Ce test produit une charge importante sur le tendon rotulien, provoquant l'apparition de douleurs au niveau de l'apex de la rotule et donc de l'insertion proximale tendineuse[46]. Des examens complémentaires d'imageries peuvent être réalisés pour le diagnostic en particulier une échographie ou encore une imagerie par résonance magnétique (IRM). Mais le diagnostic est bien clinique les imageries sont utiles pour confirmer la présence ou non de tendinopathies mais restent bien des examens complémentaires et n'ont en aucun cas un impact suffisant pour justifier à elles seules la présence d'une tendinopathie patellaire[38].

Les traitements pour la tendinopathie patellaire vont d'abord s'orienter vers une prise en charge non chirurgicale par l'intermédiaire de renforcement musculaire (le renforcement excentrique étant encore le plus utilisé à l'heure actuelle), l'utilisation d'onde de chocs extracorporelles ou encore par l'intermédiaire d'injection intra articulaire (d'acide hyaluronique ou bien de plasma riche en plaquettes)[38]. Il faut rappeler que le traitement par onde de chocs ou PRP n'ont pas démontré de preuves scientifiques.

Le traitement par voie invasive est envisagé en dernier recours et ne concerne qu'une faible proportion des patients souffrants de tendinopathies patellaires car la chirurgie du tendon patellaire présente beaucoup plus de risque qu'un traitement non invasif et entraîne forcément une durée de rééducation plus longue, il est donc entrepris de réaliser un traitement chirurgical lorsque les traitements conservateurs n'ont pas été concluants et qu'aucune autre option n'est envisageable[39][38].

- **L'effet analgésique du renforcement isométrique sur les tendinopathies patellaires**

Comme nous l'avons expliqué précédemment, le renforcement musculaire isométrique présente des avantages qui font de lui une stratégie intéressante de prise en charge de la douleur chez les patients atteints de tendinopathies patellaires. Il permet :

- ⇒ D'utiliser une stratégie d'analgésie active plutôt que passive et du fait de sa réalisation sans changement de longueur il offre plus de confort au patient qui est déjà souffrant d'être plus agréable qu'un exercice de type excentrique par exemple [30]
- ⇒ D'avoir un effet bénéfique sur le tendon souffrant et notamment sur l'architecture tissulaire et ses propriétés viscoélastiques [31]
- ⇒ De diminuer la sensibilité à la douleur pendant la pratique d'exercices isométriques [34]



Avant le début de l'intervention par la pratique d'exercices de type isométrique le praticien demande au patient de remplir un questionnaire VISA-P (qui est un questionnaire adapté pour mesurer le degré de sévérité de la tendinopathie patellaire en se basant essentiellement sur la douleur lors d'activité et de pratique sportive) et il mesure l'intensité de la douleur chez son patient via des outils tels que l'échelle visuelle analogique ou bien l'échelle numérique.

Le score VISA-P ainsi que les échelles visuelles analogique et numérique seront détaillés dans la troisième partie de l'introduction.

Son application sur un patient souffrant de tendinopathie patellaire se pratique avec un praticien qui place le genou de son patient à 60° de flexion et qui demande un effort isométrique de 45 secondes entre 70 et 80 % de la contraction isométrique maximale volontaire (qui est calculée au préalable grâce à un dynamomètre et à la moyenne de 3 contractions maximales isométriques pendant un temps donné). Une minute de repos est réalisée entre chaque session de contraction de 45 secondes[30]. Le patient réalise 5 fois la contractions de 45 secondes (chacune espacées d'une minute à deux minutes de repos).

Une fois la session d'exercices isométriques terminée le praticien peut donc mesurer l'intensité de la douleur via des outils tels que l'échelle visuelle analogique ou encore l'échelle numérique pour mesurer l'analgésie immédiate (45minutes post exercice) où il peut faire un suivi en général sur au moins 4 semaines et il fait remplir un questionnaire VISA-P au patient pour pouvoir comparer les résultats obtenus avec les mesures de la douleur qui ont été recueillis avant l'intervention.

## 1.3 La douleur

### 1.3.1 Rappels

Selon un consensus de la Haute autorité de santé datant de 2008 : « *La douleur est définie comme une « expérience sensorielle et émotionnelle désagréable, liée à une lésion tissulaire existante ou potentielle, ou décrite en termes évoquant une telle lésion » (International Association for the Study of Pain). Elle est donc ce que la personne qui en est atteinte dit qu'elle est. La douleur chronique ou syndrome douloureux chronique est un syndrome multidimensionnel, lorsque la douleur exprimée, quelles que soient sa topographie et son intensité, persiste ou est récurrente au-delà de ce qui est habituel pour la cause initiale présumée, répond insuffisamment au traitement, ou entraîne une détérioration significative et progressive des capacités fonctionnelles et relationnelles du patient.* »[47]

La douleur est définie comme ayant un caractère multidimensionnel, son origine reste à l'heure actuelle sources de nombreuses recherches et différents mécanismes neurobiologiques et psychosociaux seraient à l'origine de sa physiopathologie, ces mêmes facteurs neurobiologiques et psychosociaux peuvent être la cause d'une douleur mais ils peuvent également en être la conséquence et découler de cette dernière (voir même être une comorbidité de la douleur [48][49].

Comme le rappelle la définition même de la douleur, c'est une « *expérience sensorielle et émotionnelle désagréable, liée à une lésion tissulaire existante ou potentielle, ou décrite en termes évoquant une telle lésion* » (International Association for the Study of Pain)[47]. La

perception de la douleur sera donc subjective et variable entre les différents individus pour une même affection et la douleur est également variable entre différents moments chez un même individu[50].

Il apparaît alors que plusieurs facteurs contextuels qui regroupent l'état émotionnel et psychologique du patient et la signification que ce dernier attribue à la douleur ont une influence reconnue dans sa perception individuelle de la douleur [50].

Selon une étude de Dworkin et al [51], la mesure de la douleur est donc une tâche difficile car sa quantification objective n'est pas encore réalisable à l'heure d'aujourd'hui, comme il serait par exemple possible d'objectiver la relation entre des biomarqueurs et la douleur dans d'autres situations.

La douleur est régulièrement évaluée par différents professionnels de santé comme les kinésithérapeutes, les médecins, les infirmiers... Il existe de nombreux outils à l'heure actuelle pour mesurer son intensité mais les deux échelles les plus souvent utilisées sont l'échelle numérique (EN) et l'échelle visuelle analogique (EVA)[52].

### 1.3.2 Des outils d'évaluation de la douleur : Le score « VISA P » et l'évaluation numérique de la douleur

- **Le « Victorian Institute of Sport Assessment patella score » ou score « VISA P »**[53]

Le « Victorian institute of sport assesment patella score » ou score VISA-P est un auto-questionnaire sur 100 points que le patient atteint de tendinopathie patellaire peut remplir en l'espace de quelques minutes. Ce score permet de coter le degré de sévérité des tendinopathies patellaires et il se base sur la douleur ressentie par les patients au cours d'activités ou de pratiques sportives.

Le score se calcule par l'intermédiaire de 8 questions auxquelles le patient répond (cf. Annexe 1) :

- Les questions 1 à 6 : sont cotées de 0 à 10 points et sont en corrélation avec la présence de douleurs chez le patient lorsqu'il pratique une activité.
- La question 7 : est notée soit par 0, 4, 7 ou 10 points (pas d'autres possibilité)
- La question 8 : est subdivisé en question 8a,8b ou 8c et peut valoir entre 0 et 30 points

Les questions 7 et 8 concernent quant à elles la présence de douleurs pendant l'activité sportive.

Le score total varie donc entre 0 et 100, le score maximum possible est de 100 points et correspond à un « *athlète asymptomatique qui peut pratiquer pleinement son sport. Le minimum théorique est de 0 point.* »[53]

En ce qui concerne la validité du score VISA-P, « *le consensus parmi les experts est qu'il constitue une bonne mesure de la gravité des symptômes* »[54][53]

Le score VISA-P peut faire la différence entre des groupes de patient sains et des groupes de patients atteints de tendinopathies, il ne constitue en revanche pas un outil diagnostic.[53]

Ce score a été publié pour la première fois en 1998 et a depuis été adapté a de nombreux pays comme l'Italie, la Turquie...[55][56]

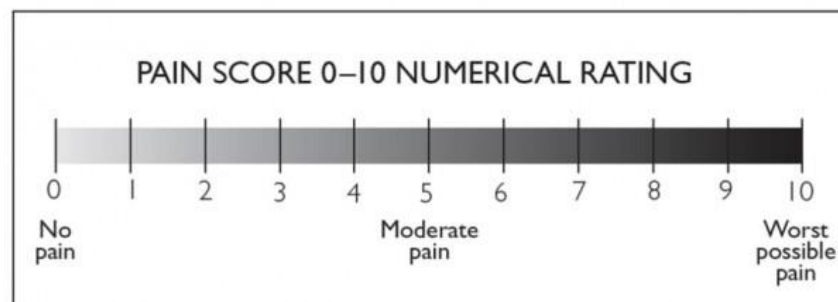
Actuellement, le questionnaire VISA-P est validé en anglais, en suédois et en italien.

- **L'échelle numérique (EN)**

L'échelle numérique ou « Numeric Pain Rating Scale» (NPRS) est un outil de mesure de la douleur fréquemment utilisé par les praticiens de santé face aux douleurs décrites par leurs patients.[52]

L'échelle numérique est un outil rapide et valide utilisé pour mesurer l'intensité de la douleur chez un patient. Elle nécessite une appréciation entre 0 et 10 de la douleur sur une réglette ou sur un papier.

Selon un communiqué de la HAS : « Elle présente une note de 0 à 10 que choisit le patient pour exprimer l'intensité de la douleur, 0 étant l'absence de douleur et 10 la douleur maximale. Le patient est douloureux si EN  $\geq$  4/10 (échelle de 0 à 10 en cm) »[57]



**Figure 4 : Échelle numérique de la douleur (NRPS)**

#### 1.4 Objectifs de la revue de littérature

Divers questionnements sont à la base de la réflexion d'où provient cette revue. Le traitement des tendinopathies reste tout d'abord un des sujets les plus complexes et notamment dans les domaines intimement liés au sport comme c'est le cas des tendinopathies patellaires. Comme nous l'avons vu précédemment, le traitement conservateur est envisagé en première intention et c'est le renforcement excentrique qui est à l'heure actuelle le plus préconisé[41]. Les alternatives non invasives qui émergent sont les injections (PRP par exemple) ou la thérapie par ondes de chocs. On peut alors se questionner sur l'effet des autres types de renforcement musculaire dans la prise en charge de cette douleur tendineuse patellaire notamment l'utilisation de renforcement statique qui est moins agressif que le renforcement excentrique.

L'objectif de cette revue est de faire un compte rendu des connaissances actuelles à disposition sur l'effet analgésique du renforcement isométrique chez le sujet atteint de

tendinopathie patellaire. Cette thérapeutique a-t-elle sa place dans la pratique clinique courante du kinésithérapeute lorsqu'il rééduque des patients souffrants de tendinopathies patellaires ?

Nous allons donc mesurer l'efficacité du renforcement isométrique dans la prise en charge de la douleur des tendinopathies patellaires et cela par l'intermédiaire de critères de jugements, le critère principal étant la douleur et s'ajoutera à cela des critères de jugements secondaires.

## 2 . Méthode

### 2.1 Critères d'éligibilité des études pour cette revue

#### 2.1.1 Types d'études

Le but de cette revue de littérature est de chercher l'intérêt du renforcement musculaire isométrique dans la prise en charge de la douleur des tendinopathies patellaires : c'est donc une revue systématique.

Cette revue analysera donc des études de types essais cliniques randomisés ou « randomized clinical trial » (RCT) en anglais.

D'un point de vue expérimental il existe deux façons de mener un essai clinique randomisé :

- L'essai en groupes parallèles :

Imaginons deux groupes hypothétiques nommés groupe A et groupe B. Le groupe A reçoit un traitement que l'on nommera traitement 1 et le groupe B reçoit un traitement 2. Dans ce cas de figure les patients restent dans leur groupe initial tout au long du protocole expérimental et ils sont donc suivi en parallèles. L'examineur compare alors les résultats obtenus en fin d'essai.

- L'essai en « cross-over » ou plan de groupes croisés :

Imaginons deux groupes A et B. Le traitement se déroulera alors en 2 phases, lors de la première phase le groupe A reçoit le traitement 1 et le groupe B reçoit le traitement 2. Il y a ensuite une période où aucun des groupes ne reçoit de traitement appelée période de « sevrage » ou « wash-out » en anglais. Après cette période sans traitement, les groupes A et B échangent leur traitements respectifs (donc le groupe A aura le traitement 2 qui lui sera administré et le groupe B aura le traitement 1) et l'examineur pourra comparer les résultats obtenus entre les deux groupes (inter groupe) et les résultats au sein du même groupe (intra groupe). Il doit par contre y avoir une période de « sevrage » sans traitement assez longue entre les différents traitements pour pouvoir analyser l'effet de chaque traitement indépendamment.

Les études de cas ainsi que la littérature grise n'ont pas été retenues dans cette revue en raison de leur faible niveau de preuve.

#### 2.1.2 Le modèle PICO

- Population

La population recherchée était des sujets âgés de 16 ans ou plus, présentant une douleur au pôle inférieur de la patella et étant diagnostiqué comme tendinopathie patellaire. Pour rappel, c'est une pathologie qui touche essentiellement des sportifs et les études retenues étudient alors des sujets sportifs (essentiellement des sujets pratiquants le volley-ball ou le basket-ball

mais une étude rassemble des sujets pratiquants d'autres sports). Ces athlètes s'entraînent plusieurs fois par semaine et sont en pleine saison sportive lors de la réalisation de ces essais cliniques randomisés.

- Intervention

L'intervention thérapeutique que l'on souhaite analyser est le renforcement musculaire isométrique dans la prise en charge des patients souffrants de tendinopathie patellaire.

Ce traitement par renforcement musculaire isométrique sera comparé à un autre traitement qui est du renforcement musculaire isotonique donc dynamique, et qui comprend donc une phase de renforcement musculaire excentrique et une phase de renforcement musculaire concentrique.

- Critères de jugement

Les patients souffrants de tendinopathies patellaires vont essentiellement se plaindre de la douleur ressentie, qui peut avoir une répercussion sur leurs pratiques sportives voir même sur leurs activités de la vie quotidienne selon son intensité.

Le critère de jugement principal de la revue est donc la **douleur**. L'échelle numérique ou Numeric Pain Rating Scale en anglais (NPRS) est une échelle simple et validée dans son utilisation pour quantifier l'intensité de la douleur. Elle est évaluée sur 11 points (entre 0 qui représente l'absence de douleur et 10 la douleur maximale).

Les critères de jugement secondaires de cette revue sont le **degré de sévérité** de la tendinopathie patellaire via le score VISA-P et également le **seuil de douleur à la pression** ou « **Pressure Pain Thresholds** » en anglais (PPT). Le degré de sévérité de la tendinopathie patellaire est quantifié à l'aide du **score VISA-P** qui est un auto questionnaire sur 100 points. Le seuil de douleur à la pression ou PPT est mesuré par l'utilisation d'un algomètre informatisé (qui traduit immédiatement la valeur de pression qu'il emploie) positionné perpendiculairement au point le plus douloureux du tendon patellaire, le genou du patient est placé à 90° de flexion et l'algomètre affiche directement la valeur mesurée. Au vu du faible nombre d'essais cliniques randomisés recueilli dans cette revue lors de cette investigation, seulement une étude s'intéresse au seuil de douleur à la pression et on compte deux études qui s'intéressent au degré de sévérité de l'affection.

## 2.2 Méthodologie de recherche des études

Les recherches des différentes études ont été réalisées entre novembre 2019 et mars 2020 pour vérifier régulièrement si des études ont été récemment publiées, et pour pouvoir investiguer le maximum de sources possibles pour la rédaction de l'introduction.

### 2.2.1 Sources documentaires investiguées

Pour mener cette recherche documentaire la revue s'est orientée vers les bases de données électroniques suivantes : PubMed, Pedro et ScienceDirect. Une recherche sur les moteurs de recherche a également été menée (Google Scholar).

## 2.2.2 Équation de recherche utilisée

Pour établir l'équation de recherche, la première étape fut de réaliser une liste des mots clefs (en anglais) que la revue allait utiliser pour pouvoir traiter le sujet de recherche. Cette liste est la suivante :

- Patellar tendinopathy (tendinopathie patellaire)
- Jumper'knee (synonyme de tendinopathie patellaire)
- Pain (douleur)
- Tendon
- Isometric exercise (exercice isométrique)

Une vérification par l'intermédiaire du site HeTOP permet de vérifier si ces mots correspondent à des « MeSH terms » : seuls les mots douleur et tendon correspondent à MeSH terms qui sont respectivement « Pain » et « Tendon ».

Ces mots clefs sont par la suite associés aux opérateurs booléens suivants :

- OR/OU : Cet opérateur est utilisé pour les synonymes généralement, il permet d'obtenir un résultat contenant soit les 2 mots qui l'entourent soit l'un soit l'autre. Dans notre cas on l'utilisera pour « Patellar tendinopathy OR Jumper's Knee ».
- AND : Cet opérateur renvoie aux résultats de recherche contenant les 2 mots qui l'entourent.
- NOT : Cet opérateur permet d'exclure un mot clef et donc d'éliminer certains articles que l'on ne souhaite pas avoir. Ce dernier opérateur est moins souvent utilisé surtout si comme dans notre cas il y a peu d'articles disponibles sur les différentes bases de données. En revanche, pour un sujet qui offre un très grand nombre d'articles suite à la recherche, cet opérateur est intéressant pour cibler la recherche et éviter d'obtenir certains articles à coup sûr grâce à l'exclusion d'un ou plusieurs mots clefs.

Selon les bases de données utilisées les équations de recherche diffèrent légèrement et au vu du faible nombre d'articles trouvés sur ces dernières (PubMed, Pedro et ScienceDirect), ni la population ni le comparateur n'ont eu besoin d'être spécifiés dans les équations de recherche.

- **Pubmed :**

C'est une base de données qui nous offre un accès très large et varié à de nombreuses données scientifiques bibliographiques où l'on retrouve tous types d'articles en ligne (des essais cliniques randomisés, revues systématiques, étude de cas, revues). Son système de recherche nous permet d'utiliser des opérateurs booléens (OR, AND, NOT) dans notre équation de recherche, et on retrouve également des filtres de recherche qui permettent d'affiner notre recherche.

- **Pedro :**

C'est une base de données spécifiques à la physiothérapie et fondées sur les preuves, elle comprend des essais cliniques randomisés, des revues systématiques, ainsi que les recommandations de pratiques cliniques. Elle permet d'avoir accès à la notation Pedro

(utilisant l'échelle Pedro sur 10) et nous renseigne donc directement sur la validité des articles obtenus lors de notre recherche.

- **Science Direct :**

C'est la base de données principales de Elsevier. Elle offre un accès à des revues de littérature, articles (essais cliniques randomisés, études de cas...), voir même des livres. Elle comprend un système de recherche avancé avec de nombreux filtres pour affiner notre recherche.

- **Google Scholar :**

Ce moteur de recherche est lancé par Google en 2004 et offre un accès assez large à la littérature scientifique et universitaire, on retrouve des articles scientifiques, des travaux universitaires, des livres ou encore des revues de littérature. Ce moteur offre également un système avancé qui permet d'épurer la recherche.

On regroupe alors les différentes équations de recherches utilisées selon la base de données ou le moteur de recherche dans le tableau suivant :

<b>SOURCES DOCUMENTAIRES</b>	<b>EQUATIONS DE RECHERCHES</b>	<b>NOMBRE DE RESULTATS</b>
<b>PubMed</b>	(((patellar tendinopathy) OR Jumper's Knee) AND isometric exercise) AND pain	142
<b>Pedro</b>	Pain AND patellar tendinopathy AND isometric exercise	5
<b>ScienceDirect</b>	Pain AND patellar tendinopathy AND isometric exercise Avec les options « 2010-2020 » et « articles de recherches »	59
<b>Google Scholar</b>	Patellar tendinopathy AND isometric exercise AND pain Avec les options « uniquement dans le titre » et « 2010-2020 »	3

**Tableau 1 : Équations de recherches**

On obtient alors un total de 209 articles avant tout type de sélection et d'analyse des données. Par la suite, une sélection des études étape par étape conduira notre revue uniquement vers les études qui seront incluses dans la synthèse qualitative.

## **2.3 Méthode d'extraction et d'analyse des données**

### **2.3.1 Sélection des études**

Une fois que notre recherche sur les différentes bases de données et moteur de recherche est effectuée, la sélection d'articles se déroulera en plusieurs étapes dans le but de garder seulement les articles les plus cohérents et en lien avec notre revue. Pour cela plusieurs étapes sont réalisées pour exclure les articles les moins pertinents :



- La première étape est de filtrer selon le **type d'articles** : seuls les essais cliniques randomisés réalisés dans les dix dernières années seront gardés dans cette revue. Cette étape permet d'éliminer 138 articles et après exclusion des doublons seulement 64 articles sont conservés.
- La deuxième étape est une sélection sur la base du **titre**, si le titre ne correspond pas au sujet, l'article est éliminé : A la suite de cette étape il reste 9 articles, qui feront l'objet d'une lecture d'abstract.
- La troisième étape est une sélection sur la base des **abstracts** : il reste après lecture des abstracts uniquement 4 articles à lire en lecture intégrale (5 articles ont été supprimés).
- On recueille ensuite la version complète des articles et **lecture intégrale** : 4 articles ont été lus en lecture intégrale et les 4 articles sont conservés pour l'analyse

On a alors défini les critères d'inclusion et d'exclusion de nos articles.

Les **critères d'inclusion** sont : que l'article soit un essai clinique randomisé réalisé dans les 10 dernières années, seuls les articles en anglais et en français sont retenus, que la pathologie étudiée soit la tendinopathie patellaire. Pour finir, le traitement étudié doit être le renforcement isométrique.

Les **critères d'exclusion** des études pour cette revue étaient uniquement les études qui présentent des pathologies de genou associées. Certaines études préciseront d'autres critères d'exclusions qui seront détaillés plus tard. Peu de critères d'exclusion vont être précisé en raison du faible nombre d'articles à disposition sur les bases de données investiguées.

### 2.3.2 Extraction des données

Les données vont suivre une extraction en 2 étapes, tout d'abord, un tableau résumera les grandes lignes de chacune des études de notre revue thérapeutique pour proposer une visibilité de l'ensemble des caractéristiques des essais cliniques conservés. Ce tableau sera présenté dans la partie Résultats. Pour offrir plus de détails sur les différentes études, un tableau individuel par étude sera disponible en annexe (cf. Annexe 2).

A l'aide de ces tableaux individuels, nous allons extraire les données importantes de chaque étude que l'on a conservé. Cela permettra de clarifier les données et de comparer plus facilement ces études entre elles. Chaque étude sera donc présentée en résumé sous la forme de ce tableau qui résumera l'extraction des données principales :

NOM de l'article et des auteurs	
ETUDE	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>Type d'étude :</u></li> <li>- <u>Date :</u></li> <li>- <u>Période de suivi :</u></li> </ul>
POPULATION	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>Pathologie étudiée :</u></li> <li>- <u>Durée :</u></li> <li>- <u>Age :</u></li> <li>- <u>Age moyen :</u></li> <li>- <u>Taille des échantillons :</u></li> <li>- <u>Sex ratio :</u></li> <li>- <u>Critères inclusion :</u></li> <li>- <u>Critères exclusion :</u></li> </ul>
INTERVENTION	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>Type de traitement (renforcement isométrique) :</u></li> <li>- <u>Nombre de séries :</u></li> <li>- <u>Nombre de séances :</u></li> </ul>
COMPARATEUR	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>Type de traitement :</u></li> <li>- <u>Nombre de séries :</u></li> <li>- <u>Nombre de séances :</u></li> </ul>
RESULTATS ET METHODES D'EVALUATION DES CRITÈRES	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>Critère de jugement principal :</u></li> <li>- <u>Critère de jugement secondaire :</u></li> <li>- <u>Relevé des mesures :</u></li> </ul>

### 2.3.3 Évaluation de la qualité méthodologique des études sélectionnées

Comme nous l'avons expliqué cette revue s'intéresse à des études thérapeutiques, pour être plus précis il s'agit d'essais cliniques randomisés. La revue a pour but de comparer l'efficacité d'un traitement (ici le renforcement musculaire isométrique) en comparaison avec un autre traitement (qui est le renforcement musculaire isotonique).

La qualité méthodologique des études sélectionnées sera donc évaluée par l'intermédiaire de l'échelle PEDro (cf. Annexe 3). Cette échelle sera détaillée dans la partie Résultats.

Cette échelle comprend 11 critères et est évaluée sur 10 points, un score élevé représente une qualité de méthodologie ainsi qu'une validité interne élevées.

Toutes les études seront alors évaluées via la grille PEDro et un tableau de synthèse résumera les scores obtenus.

#### 2.3.4 Méthode de synthèse des résultats

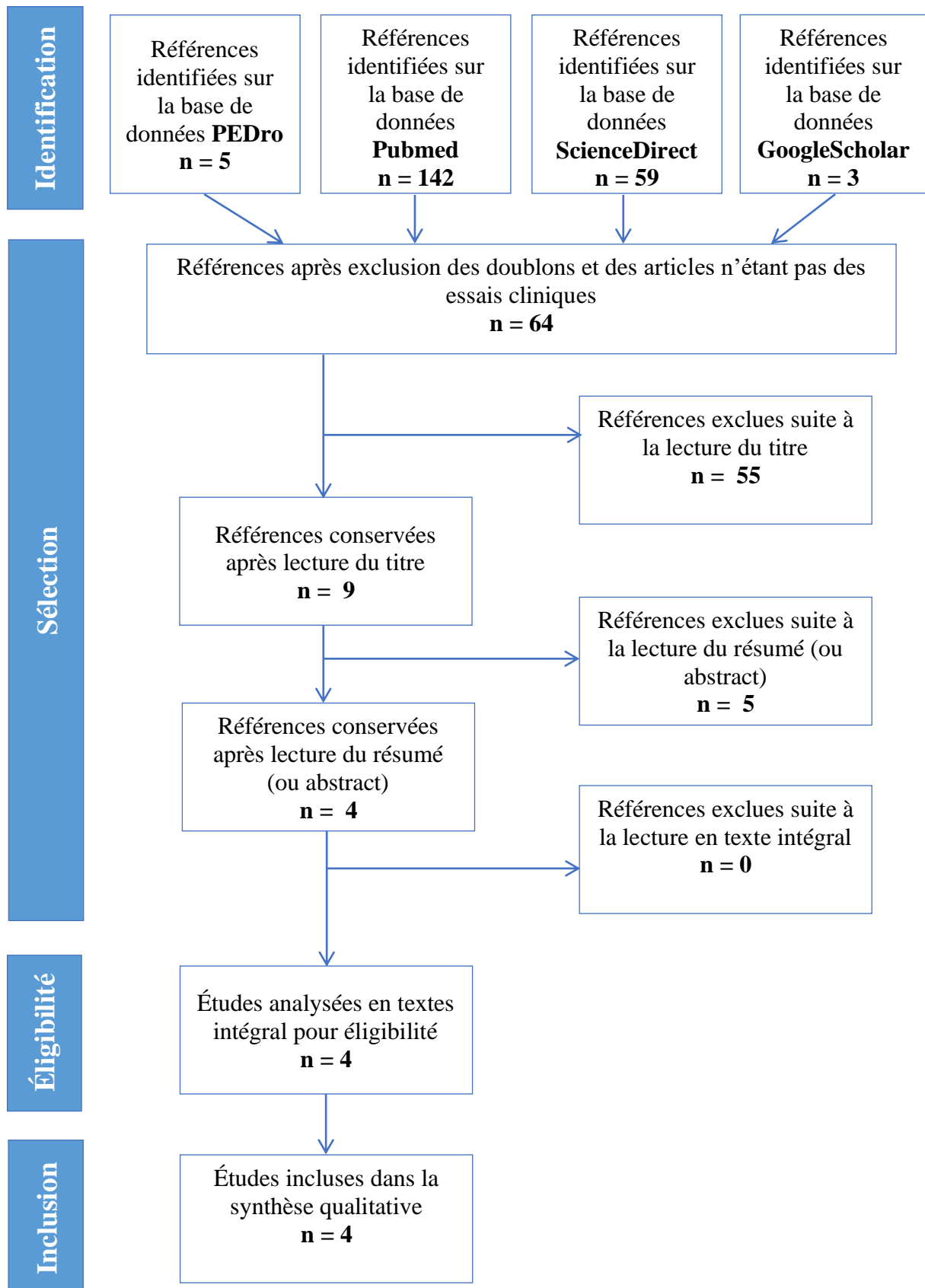
La synthèse des résultats sera organisée en plusieurs étapes pour optimiser sa mise en page :

- ⇒ Tout d'abord, le diagramme de flux de notre recherche expliquera clairement sous forme graphique la sélection étape par étape de nos études incluses.
- ⇒ Une description des études exclues et les raisons d'exclusion de ces dernières.
- ⇒ Un tableau résumant les caractéristiques principales des études incluses dans notre revue. Comme expliqué précédemment, des tableaux individuels pour chaque étude sont disponibles en annexe (cf. Annexe 2).
- ⇒ Un tableau de synthèse de la totalité des scores PEDro que chaque étude aura et il sera complété par une analyse narrative des biais.
- ⇒ Une analyse à la fois narrative et sous forme de tableaux des résultats en fonction de notre critère de jugement principal et des critères de jugements secondaires.

### 3 Résultats

#### 3.1 Description des études

##### 3.1.1 Diagramme de flux



### 3.1.2 Études exclues

Les études résumées dans ce tableau ont été exclues et la raison de l'exclusion est mentionnée dans le tableau ci-dessous :

ETUDE	RAISON DE L'EXCLUSION
<b>Malliaras et al 2013</b> [58]	L'étude s'intéresse à l'adaptation du tendon patellaire en fonction du type de renforcement : il n'y a pas de groupe de renforcement isométrique et le critère de jugement est la mesure de force et pas de la douleur.
<b>Vanderdoelen et al 2020</b> [59]	C'est une étude rétrospective, elle s'intéresse au Dry needling, aux ondes de chocs extracorporelles et pas au renforcement isométrique dans le traitement des tendinopathies patellaires.
<b>BarkerDavies et al 2019</b> [60]	Cette étude cherche les facteurs de risques des tendinopathies patellaires (comme le valgus) et ne s'intéresse pas au renforcement isométrique dans la prise en charge de la douleur.
<b>Mascaro et al 2017</b> [61]	Cette étude s'intéresse aux tendinopathies achilléennes et patellaires et n'inclut pas un groupe renforcement isométrique pour voir son effet dans la prise en charge de la douleur.
<b>Mendonça et al 2018</b> [62]	Cette étude est un sondage auprès de kinésithérapeutes qui traitent des patients atteints de tendinopathies patellaires et ne parle pas de renforcement isométrique.

**Tableau 2 : Études exclues**

### 3.1.3 Études incluses

Comme nous l'avons vu précédemment, 4 études ont été incluses dans cette revue et elles comparent toutes des techniques de renforcement isométriques et des techniques de renforcement isotonique dans la prise en charge de la douleur des tendinopathies patellaires.

Deux études s'intéresseront à l'effet à court terme sur la prise en charge de la douleur de ce type de renforcement (effet immédiat et 45 minutes après l'intervention) :

- **Rio et al** [63]
- **Holden et al** [64]

Les deux autres études auront une période de suivi plus longue qui s'étendra sur 4 semaines :

- **Rio et al** [30]
- **Van Ark et al** [65]

Chaque étude est résumée sous forme de tableau disponible en annexe (cf. Annexe 3) et un tableau général résume les 4 études incluses ci-dessous.

<u>Auteur année</u>	<u>Type étude</u>	<u>Population</u> <u>(Nombre de</u> <u>sujets par groupe,</u> <u>âge)</u>	<u>Intervention</u>	<u>Comparateur</u>	<u>Nombre de</u> <u>séances et</u> <u>période de suivie</u>	<u>Critères de</u> <u>jugements</u>
<b><u>Étude numéro 1 :</u></b> <b><u>Rio et al [63]</u></b> <b><u>2015</u></b>	Essai clinique randomisé (groupes croisés)	<b>n=6</b> pour chaque groupe 18-40 ans, âge moyen 26,9	<u>Renforcement</u> <b><u>Isométrique</u></b> : 60° Flexion de genou 70%MVIC 5x45secondes 2 minutes de repos	<u>Renforcement</u> <b><u>Isotonique</u></b> :4x8 répétitions 100% 8RM 2 minutes de repos	1 séance unique suivie d'une période de sevrage de 7 jours puis l'autre traitement	<b><u>Principal</u></b> : Douleur (échelle numérique) <b><u>Secondaire</u></b> : MVIC
<b><u>Étude numéro 2 :</u></b> <b><u>Holden et al [64]</u></b> <b><u>2019</u></b>	Essai clinique randomisé (groupes croisés)	Isométrique : <b>n=9</b> Isotonique : <b>n=11</b> 18-40 ans, âge moyen 26,9	<u>Renforcement</u> <b><u>Isométrique</u></b> : 60° Flexion de genou 70%MVIC 5x45secondes 2 minutes de repos	<u>Renforcement</u> <b><u>Isotonique</u></b> :4x8 répétitions 100% 8RM 2 minutes de repos	1 séance unique suivie d'une période de sevrage de 7 jours puis l'autre traitement	<b><u>Principal</u></b> : Douleur (échelle numérique) <b><u>Secondaire</u></b> : MVIC
<b><u>Étude numéro</u></b> <b><u>3 :Rio et al[30]</u></b> <b><u>2017</u></b>	Essai clinique randomisé (groupes parallèles)	<b>n=10</b> pour chaque groupe Age supérieur à 16 ans	<u>Renforcement</u> <b><u>Isométrique</u></b> : 60° Flexion de genou 70%MVIC 5x45secondes 1 minute de repos	<u>Renforcement</u> <b><u>Isotonique</u></b> :4x8 répétitions 100% 8RM 1 minute de repos	4 séances par semaine 4 semaines :16 séances au total	<b><u>Principal</u></b> : Douleur (échelle numérique) <b><u>Secondaire</u></b> : VISA-P
<b><u>Étude numéro 4 :</u></b> <b><u>Van Ark et al[65]</u></b> <b><u>2015</u></b>	Essai clinique randomisé (groupes parallèles)	Isométrique : <b>n=9</b> Isotonique : <b>n=11</b> 18-40 ans, âge moyen 26,9	<u>Renforcement</u> <b><u>Isométrique</u></b> : 60° Flexion de genou 70%MVIC 5x45secondes 1 minute de repos	<u>Renforcement</u> <b><u>Isotonique</u></b> :4x8 répétitions 80% 8RM 1 minute de repos	4 séances par semaine 4 semaines :16 séances au total	<b><u>Principal</u></b> : Douleur (échelle numérique) <b><u>Secondaire</u></b> : VISA-P

**Tableau 3 : Résumé des 4 études incluses**

MVIC : Force maximale volontaire isométrique, RM : Répétition maximum.

## 3.2 Risque de biais des études incluses

### 3.2.1 Grille d'analyse utilisée

La grille d'analyse utilisée pour évaluer le risque de biais et la qualité méthodologique des études incluses dans cette revue est la grille PEDro (cf. Annexe 2). Cette grille constitue une référence en termes d'analyse de biais des études thérapeutiques.

C'est une grille constituée de 11 critères, pour chaque étude de la revue un score sur 10 points sera reporté dans le tableau de synthèse des biais ci-dessous (le critère 1 ne compte pas pour le score ce qui explique donc le score final sur 10 points et non pas sur 11).

Chaque item de la grille d'analyse vaut donc 1 point (sauf l'item 1) et les points ne peuvent être attribués uniquement si le critère est formulé de manière explicite.

Le **critère 1** de la grille correspond à la **validité externe** de l'étude et n'est pas pris en compte dans le score total. Ce critère nous informe sur la population de l'étude.

Les **critères 2 à 9** correspondent à la **validité interne** de l'étude thérapeutique. En effet, ces derniers nous informent sur les biais de l'étude et la rigueur méthodologique dont ont fait preuve les auteurs lors de la réalisation de cette dernière.

Les **critères 10 et 11** correspondent à la **pertinence clinique**, ils informent sur le détail que les auteurs ont fourni sur les résultats statistiques entre les groupes de l'essai clinique et cela pour au moins un des critères de jugement essentiel de l'étude.

### 3.2.2 Synthèse des biais retrouvés

Étude et date	Items PEDro											Score Total /10
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Rio et al[63]	X	✓	✓	✓	X	X	✓	X	X	✓	✓	6/10
Holden et al[64]	✓	✓	✓	✓	X	X	X	✓	X	✓	✓	6/10
Rio et al [30]	✓	✓	✓	✓	X	X	X	X	X	✓	✓	5/10
Van Ark et al [65]	✓	✓	✓	✓	X	X	X	X	X	✓	✓	5/10

Ce tableau résume les biais des études conservés pour la revue : l'item « X » signifie que l'item n'est pas validé.

L'analyse des études via la grille PEDro et ces différents items nous révèlent les différents biais que les études peuvent posséder, il existe différents biais qui sont respectivement et selon les items PEDro :

- Le biais de sélection : ce biais correspond aux **items 2 à 4** de la grille PEDro. Il nous renseigne sur la formation des groupes lors de l'étude, on sait alors si les sujets ont été réparti de manière aléatoire en respectant une assignation secrète. On sait alors si les groupes sont comparables en début d'étude et que les échantillons sont bien répartis.
- Le biais de confusion : ce biais correspond au fait qu'il n'y ait pas de groupe contrôle
- Le biais de performance : ce biais correspond aux **items 5 et 6** de la grille PEDro et il nous informe sur le fait que les sujets et les thérapeutes étaient en aveugle ou non.
- Le biais de détection : ce biais correspond à **l'item 7** de la grille PEDro et ce dernier nous informe sur le fait que l'examineur était ou non en aveugle.
- Le biais de suivi : ce biais correspond à **l'item 8** de la grille PEDro, il nous permet de savoir si les mesures ont été obtenues pour au moins 85% des sujets répartis au début de l'étude.
- Le biais d'attrition : ce biais s'intéresse à **l'item 9** de la grille PEDro, il nous informe sur les sujets perdus de vue et si les données ont quand même été analysées en intention de traiter.
- Le biais de mesure : ce biais s'intéresse aux **items 10 et 11** de la grille PEDro, il nous informe sur les statistiques des résultats obtenus dans l'étude entre les différents groupes et si une estimation de l'effet et de la variance est présente.

Tout d'abord aucune de nos études ne possède de groupe contrôle et on peut donc dire qu'il y a un biais de confusion pour chacune d'entre elles, cependant il est très difficile dans le cadre des tendinopathies patellaires d'avoir un groupe contrôle car c'est une pathologie qui touche les sujets sportifs la plupart du temps, nos études ne comportent que des sportifs qui s'entraînent régulièrement et cela plusieurs fois par semaine ( car les essais cliniques sont réalisés en pleine saison sportive), il est impossible de demander à ces sportifs d'arrêter tout type d'entraînement et de ce fait il est très difficile de mettre en place un essai clinique randomisé avec un groupe placebo qui ne pratique pas d'entraînement et aucun renforcement musculaire. De plus, l'histoire naturelle de la maladie a tendance à chroniciser la pathologie tendineuse et les auteurs expliquent alors qu'en pleine saison la réalisation d'un groupe placebo est encore moins simple à appliquer car aucun sportif ne peut se permettre de ne pratiquer aucune activité et traitement de type isométrique ou isotonique pour voir l'évolution de sa pathologie.

Aucune des 4 études conservées n'a mis ni les sujets ni les thérapeutes en aveugle, il s'agit donc d'un biais de performance. Il faut cependant comprendre qu'il est très difficile de les mettre en aveugle car il s'agit d'une technique de renforcement musculaire statique (isométrique) comparée à une technique de renforcement musculaire dynamique



(isotonique) dans chaque étude. Cette différence de traitement est donc facilement discernable. Les items 5 et 6 de la grille PEDro sont donc invalidés pour les 4 études analysées.

Les études de **Holden et al**[64], **Rio et al** [30], et **Van ark et al**[65] ont également un biais de détection car l'examineur n'était pas en aveugle dans chacune de ces 3 études.

Les études de **Rio et al** [30], **Van ark et al**[65] ainsi que l'autre étude de **Rio et al** [63] présentent un biais de suivi car aucun des critères de jugement de ces 3 études n'a été mesuré pour au moins 85% des sujets initialement répartis et cela même pour le critère de jugement principal qui est la douleur. On note également une hétérogénéité des périodes de suivi des 4 études car 2 études s'intéressent à l'effet immédiat (immédiat et 45 minutes après l'intervention) du renforcement isométrique dans la prise en charge de la douleur tandis que 2 autres études s'intéressent à un suivi sur 4 semaines des sujets.

Pour finir, les 4 études présentent un biais d'attrition ce qui signifie que les patients perdus de vue ne sont pas inclus dans l'analyse statistique en intention de traiter.

### **3.3 Effets de l'intervention sur le critère de jugement de votre revue**

#### **3.3.1 Critère de jugement principal : la douleur et l'échelle numérique**

Cette revue s'intéresse à l'effet du renforcement isométrique dans la prise en charge des tendinopathies patellaires : le critère de jugement principal de cette revue est la douleur. Dans chacune des 4 études l'intensité de la douleur est évalué par l'intermédiaire de **l'échelle numérique (NPRS)**.

Pour chacune des études les résultats seront reportés sous forme de tableau et des explications sont apportées en complément des tableaux de résultats.

Si les auteurs fournissent un écart type dans leurs résultats nous calculerons nous même la taille d'effet ainsi que l'intervalle de confiance à 95% (IC95) des résultats statistiques obtenus, si en revanche les écarts types ne nous sont pas fournis nous présenterons les résultats tels qu'ils le sont dans l'étude avec la valeur du p résultant du test statistique choisi par les auteurs (inférieur ou supérieur à 0,05) et nous les analyserons également. Dans le cas où les résultats sont exprimés par le biais de médiane il n'est pas possible de calculer un IC95 et notre inférence se reposera uniquement sur le test statistique choisi par les auteurs et la valeur de p ainsi obtenue.

- **Étude numéro 1 : Rio et al** [63]

L'intensité de la douleur dans cette étude a été mesurée avant le traitement, immédiatement après et 45 minutes après le traitement.

Il n'y a pas de différence significative entre les 2 groupes (renforcement isométrique et renforcement isotonique) au départ de l'étude. En réalité ce sont les 6 mêmes athlètes qui ont réalisé les programmes d'intervention avec une période de sevrage ou « wash-out » d'une semaine entre chacun des deux traitements.

Les mesures de l'intensité de la douleur des sujets ont été réalisées via l'échelle numérique NPRS.

La mesure des scores de l'intensité de la douleur est réalisée suite à un squat descendant sur une jambe (SLDS) et immédiatement reportée sur l'échelle numérique entre 0 et 10 (NRPS).

**Tableau synthétisant les résultats obtenus lors de l'étude :**

Traitement (TRT)	Pré-TRT	Post TRT immédiat	45 minutes après le TRT
<b>Renforcement Isométrique</b>	7 ± 2,04	0,17 ± 0,41	0,17 ± 0,41
<b>Renforcement Isotonique</b>	6,33 ± 2,80	3,75 ± 4,67	4,66

Les auteurs nous ont fourni les différents écarts types entre les groupes de renforcement isométrique et isotonique avant et après les différents traitements proposés on peut donc calculer la taille d'effet et s'intéresser à la différence inter groupe. Cependant, les écarts types à 45 minutes post intervention ne sont pas mentionnés par les auteurs, nous allons donc calculer la taille d'effet et l'IC95 intergroupe uniquement en post traitement immédiat.

Les auteurs nous informent également que pour le renforcement isométrique la réduction de l'intensité de la douleur (en post traitement immédiat) est de 6,8/10 avec un **p=0,004** donc **p<0,05**. C'est donc une différence statistiquement significative.

En ce qui concerne le renforcement isotonique la réduction de l'intensité de la douleur (en post traitement immédiat) est de 2,6/10 avec **p=0,04** donc **p<0,05**.

On peut donc voir une différence intergroupe significative en post traitement immédiat en faveur du groupe renforcement isométrique avec une taille d'effet de **3,58 points sur 10** (sur l'échelle NRPS) et un intervalle de confiance à 95% qui est le suivant : **(0,57-6,59)**.

On remarque cependant que l'intervalle de confiance regroupe des valeurs assez larges (environ 6 points) par rapport à l'échelle numérique NPRS (qui est noté entre 0 et 10) ce qui semble logique en vue du très faible nombre de sujets ayant participé à l'étude (n=6 pour chaque groupe).

- **Étude numéro 2 : Holden et al** [64]

L'intensité de la douleur dans cette étude a été mesurée avant le traitement, immédiatement après et 45 minutes après le traitement.

Aucune différence statistiquement significative n'est observée en début d'étude entre les deux groupes en regard du critère de jugement principal de cette étude qui est la douleur.

Les mesures de l'intensité de la douleur des sujets ont été réalisées via l'échelle numérique NPRS.

La mesure des scores de l'intensité de la douleur est réalisée suite à un squat descendant sur une jambe (SLDS) et immédiatement reporté sur l'échelle numérique entre 0 et 10 (NRPS).

Les auteurs nous informent que 20 athlètes ont participé à l'analyse : pour le groupe isométrique n=9 et pour le groupe isotonique n=11.

Les auteurs n'ont pas fourni les écarts types, mais ils ont calculé les IC95 des effets de l'intervention sur les sujets et précisent qu'une différence est statistiquement significative si  $p < 0,05$ .

**Tableau synthétisant les résultats obtenus lors de l'étude :**

<u>TEMPS</u>	<u>Moyenne</u>	<u>Intervalle de confiance à 95%</u>
	<b>Renforcement Isométrique</b>	
<b>Pré-TRT</b>	5	(4,1-5,8)
<b>Post TRT immédiat</b>	4,2	(3,0-5,5)
<b>45 minutes après le TRT</b>	4,8	(3,7-5,9)
	<b>Renforcement Isotonique</b>	
<b>Pré-TRT</b>	4,3	(3,4-5,2)
<b>Post TRT immédiat</b>	3,2	(2,0-4,4)
<b>45 minutes après le TRT</b>	3,6	(2,5-4,7)
	<b>Différence (Isométrique-Isotonique)</b>	
<b>Variation entre le Pré TRT et Post TRT immédiat</b>	-0,3	(-1,3-0,7)

Premièrement, il n'y a pas de différence significative sur la réduction de l'intensité de la douleur (en post traitement immédiat) entre les deux groupes : on note une légère différence en faveur du groupe isotonique, la taille d'effet est de **0,3** avec un IC95 **(-1,3 - 0,7)**.

L'IC95 contient la valeur 0 ce qui indique que l'effet peut être nul.

Les auteurs fournissent ensuite l'analyse statistique de la diminution des scores moyens de l'intensité de la douleur pour les deux groupes et non pas groupe par groupe.

Si on regarde en post traitement immédiat, la diminution moyenne du score NRPS était de **0,9** (0,8 pour le groupe isométrique et 1,1 pour le groupe isotonique) avec un IC95 de **(0,1-1,7)**, et on a une valeur de **p=0,028** (donc **p<0,05**). Les deux groupes ont donc une diminution statistiquement significative de l'intensité de la douleur en post traitement immédiat car  $p < 0,05$ .

En revanche, la diminution moyenne du score NRPS 45 minutes après le traitement était de **0,4** (0,2 pour le groupe isométrique contre 0,7 pour le groupe isotonique) avec un IC95 **(-0,1-0,8)** et **p=0,089** (donc **p>0,05**). On voit donc que cette diminution de l'intensité de la douleur n'est pas significative pour aucun des groupes après 45 minutes après le traitement.

- **Étude numéro 3 :Rio et al[30]**

Pour cette étude, les auteurs se sont intéressés à un suivi de 4 semaines des sujets qui sont également des athlètes, les sujets pratiquent un total de 4 séances (soit isométrique soit isotonique) par semaine pendant les 4 semaines de suivi ce qui nous fait un total de 16 séances en tout.

Les mesures de l'intensité de la douleur des sujets ont été réalisées via l'**échelle numérique NPRS**, ces scores sont recueillis après chaque séance mais ne sont pas fournis dans l'étude et ce sont uniquement les moyennes de variations des différents groupes que les auteurs nous fournissent tout en précisant que les données ne sont pas distribuées selon une loi Normale et que par conséquent une analyse non paramétrique a été utilisée.

La mesure des scores de l'intensité de la douleur est réalisée suite à un squat descendant sur une jambe (SLDS) et immédiatement reportée sur l'échelle numérique entre 0 et 10 (NRPS).

Aucune différence statistiquement significative n'est observée en début d'étude entre les deux groupes en regard du critère de jugement principal de cette étude qui est la douleur. Les athlètes ayant participé à l'étude ont continué à s'entraîner 3 fois par semaines, au total 20 athlètes ont participé à l'analyse des résultats : pour le groupe isométrique n=10 et pour le groupe isotonique n=10.

**Tableau synthétisant les résultats obtenus lors de l'étude :**

Traitement (TRT)	Pré-TRT	Post-TRT (4 semaines)	Différence INTRAGroupe
<b>Renforcement Isométrique Score moyen NPRS</b>	5	3,2	1,8 ± 0,39
<b>Renforcement Isotonique Score moyen NPRS</b>	5	4,1	0,9 ± 0,25

Les auteurs nous informent que la réduction de l'intensité de la douleur entre le pré traitement et le post traitement est plus importante pour le groupe isométrique : la moyenne est de 1,8/10 (écart type 0,39) contre 0,9/10 (écart type 0,25) pour le groupe isotonique. Ce

qui nous donne une différence intergroupe en faveur du groupe isométrique mais les auteurs précisent bien que cette analyse est non paramétrique et ne suit pas une loi normale ils calculent eux même un *d de Cohen* qui est une mesure descriptive pour indiquer la taille d'effet et qui correspond à la différence entre deux moyennes, divisée par l'écart type. Les auteurs mentionnent donc une différence intergroupe en faveur du groupe isométrique avec une taille d'effet via un **d Cohen=2,75**, et ils ne nous donnent pas d'intervalle de confiance.

- **Étude numéro 4 : Van Ark et al**[65]

Pour cette étude, les auteurs se sont intéressés à un suivi de 4 semaines des sujets qui sont également des athlètes, les sujets pratiquent un total de 4 séances (soit isométrique soit isotonique) par semaines pendant les 4 semaines de suivi ce qui nous fait un total de 16 séances en tout. Les athlètes continuent à s'entraîner régulièrement chaque semaine pendant la période de suivi.

Tout comme pour l'étude précédente, les mesures de l'intensité de la douleur des sujets ont été réalisées via l'**échelle numérique NPRS**, ces scores sont recueillis après chaque séances mais ne sont pas fournis dans l'étude et ce sont uniquement les moyennes de variations des différents groupes que les auteurs nous fournissent tout en précisant que les données ne sont pas distribuées selon une loi Normale et que par conséquent une analyse non paramétrique a été utilisée. Ici les auteurs précisent même qu'il s'agit d'un *test de Wilcoxon* pour tester les différences entre les mesures de base et de suivi pour le score de douleur et ce test est additionné à un test de *Mann Whitney U* pour vérifier les différences entre les groupes d'intervention isométrique et isotonique.

La mesure des scores de l'intensité de la douleur est réalisée suite à un squat descendant sur une jambe (SLDS) et immédiatement reportée sur l'échelle numérique entre 0 et 10 (NRPS).

Aucune différence statistiquement significative n'est observée en début d'étude entre les deux groupes en regard du critère de jugement principal de cette étude qui est la douleur. Les athlètes ayant participé à l'étude ont continué à s'entraîner 3 fois par semaines, au total 19 athlètes ont participé à l'analyse des résultats : pour le groupe isométrique n=8 et pour le groupe isotonique n=11.

Les auteurs s'appuient également dans leur analyse statistique sur la différence minimale cliniquement pertinente « MCID » et sur la valeur de p de leurs tests statistiques en admettant qu'un résultat est significatif si  $p < 0,05$  et si le MCID du traitement est atteint. Dans le cadre de l'intensité de la douleur, les auteurs se basent sur une étude de **Salaffi et al** qui affirme que le **MCID pour l'échelle numérique NPRS est de 2 points** pour que la différence soit significative dans le cadre des douleurs des tendinopathies chroniques comme c'est le cas pour les sujets de cette études [66].

### Tableau synthétisant les résultats obtenus lors de l'étude :

	<u>Renforcement Isométrique</u>	<u>Renforcement Isotonique</u>	<u>Total</u>
<b>Douleur médiane pré TRT</b>	6,3 (5,3-7,0)	5,5 (4,0-6,0)	6,0 (4,0-7,0)
<b>Douleur médiane après 4 semaines</b>	4,0 (2,0-5,0) **	2,0 (1,0-3,0) **	2,0 (2,0-3,8) **

\* : différence supérieure à la différence Minimale clinique importante (MCID) par rapport au pré TRT

\* : différence significative par rapport au pré TRT ( $p < 0,05$ )

Dans le cas où les résultats sont exprimés par le biais de médiane comme c'est le cas ici, il n'est pas possible de calculer un IC95 et notre inférence se reposera uniquement sur les tests statistiques choisis par les auteurs et la valeur de p ainsi obtenue : on considère qu'une valeur est significative si  $p < 0,05$ .

Les scores médians de la douleur se sont améliorés de manière significative en 4 semaines pour les 2 groupes : pour le groupe isométrique  $p = 0,012$  (donc  $p < 0,05$ ) et pour le groupe isotonique  $p = 0,003$  ( $p < 0,05$ ).

Il n'y avait pas de différence significative entre les 2 groupes après les 4 semaines de traitement  $p = 0,208$  ( $p > 0,05$ ).

De plus, pour les 2 groupes on note une différence entre les valeurs médianes de la douleur au bout de 4 semaines supérieure au MCID du NRPS : pour le groupe isométrique on observe une réduction de **2,3 points** sur 10 après 4 semaines (donc supérieure à 2) et pour le groupe isotonique on observe une différence de **3,5 points** (supérieure à 2).

#### 3.3.2 Critère de jugement secondaire : le degré de sévérité et le score VISA-P

- Étude numéro 1 : Rio et al [63]

Dans cette étude le critère de jugement secondaire est la **force de contraction volontaire maximale isométrique** (MCIV), or ce n'est pas en rapport avec notre revue, les résultats ne sont donc pas traités car ils s'éloignent de notre sujet qui est la prise en charge de la douleur des tendinopathies patellaires.

- Étude numéro 2 : Holden et al [64]

Dans cette étude, le critère de jugement secondaire est le **seuil de douleur à la pression ou pain pressure threshold (PPT)** sur le tendon patellaire du genou douloureux des sujets. Ce PPT est mesuré via un algomètre informatisé perpendiculairement au point le plus douloureux du tendon patellaire et il est mesuré en kilo Pascal (kPa).

Les mesures ont également été effectuées sur des zones musculaires du corps mais celle qui nous intéresse est cette zone tendineuse et particulièrement ce pôle inférieur de la patella c'est pourquoi uniquement les données concernant le PPT du tendon patellaire sont extraites de cette étude.

Aucune différence significative entre les 2 groupes sur ce critère de seuil de douleur à la pression n'est notée en début d'étude et les deux groupes sont donc statistiquement comparables.

Les auteurs ne nous permettent pas de calculer les tailles d'effet ou IC95 donc notre inférence se basera sur la valeur de p qu'ils nous fournissent, ils précisent que pour que la valeur soit statistiquement significative p doit être inférieur à 0,05.

Les auteurs fournissent également des IC95 qu'ils ont calculé eux en rapport avec la moyenne de PPT en début d'étude et en post traitement immédiat ou 45 minutes après le traitement.

**Tableau synthétisant les résultats obtenus lors de l'étude :**

	<u>Temps</u>	<u>Renforcement Isométrique</u>		<u>Renforcement Isotonique</u>		<u>Différence de moyenne Intergroupe (Isométrique-Isotonique)</u>	
		<u>Moyenne</u>	<u>95% CI</u>	<u>Moyenne</u>	<u>95% CI</u>	<u>Différence Pré TRT- Post TRT</u>	<u>95% CI</u>
<b>PPT Patellar tendon (kPa)</b>	Pré TRT	489	(399-579)	454	(348-560)		
	Post TRT	492	(371-613)	509	(383-634)	-53	(-128-23)
	45 minutes Post TRT	458	(363-552)	470	(356-583)		

Les auteurs fournissent ensuite les scores moyens des PPT pour les deux groupes (isométrique et isotonique) et non pas groupe par groupe.

On n'observe pas de différence significative Intergroupe entre le renforcement isométrique et isotonique après le traitement immédiatement : **p=0,196** et donc  $p>0,05$ .

On n'observe pas de différence significative non plus intergroupe 45 minutes après le traitement : **p=0,239** et est donc supérieur à  $p>0,05$

On remarque également que l'IC95 de différence intergroupe est compris entre **(-128 -23)** : il comprend le zéro ce qui nous informe sur le fait que l'effet peut être nul.

- **Étude numéro 3 :Rio et al[30]**

Comme nous l'avons expliqué précédemment, les auteurs se sont intéressés à un suivi de 4 semaines des athlètes. Ces derniers pratiquent 4 séances (soit isométrique soit isotonique) par semaine pendant les 4 semaines de suivi ce qui nous fait un total de 16 séances en tout.

Dans cette étude le critère de jugement secondaire est le **score VISA-P** qui reflète le degré de sévérité de la tendinopathie patellaire chez nos sujets et il est relevé via un score au début de l'étude et à la fin des 4 semaines d'intervention.

Ce score est noté sur 100 points, c'est un auto questionnaire que les sujets peuvent remplir en quelques minutes.

Au début de l'étude, aucune différence significative n'est retrouvée et les 2 groupes sont donc comparables en ce qui concerne ce critère de jugement et de leurs scores VISA-P. Les 2 groupes sont composés de 10 sujets au moment de l'analyse (n=10).

Cette étude utilise des données qui ne sont pas distribuées selon une loi Normale et c'est une analyse non paramétrique qui a été utilisée. Les auteurs précisent uniquement les scores médians VISA-P des deux groupes avant l'étude et après les 4 semaines avec un IC95.

Ces scores sont recueillis après les 4 semaines d'intervention et ne sont pas traités par l'intermédiaire d'une valeur de p pour savoir s'ils sont significatifs mais uniquement par une valeur de MCID. Les auteurs nous informent que selon une étude de Hernandez Sanchez et al [67] le **MCID pour le score VISA P est de 13 points.**

**Tableau synthétisant les résultats obtenus lors de l'étude :**

Traitement (TRT)	Pré-TRT	Post-TRT (4 semaines)
<b>Renforcement Isométrique Score VISA-P</b>	72,5 (13-88)	84 (41-100)
<b>Renforcement Isotonique Score VISA-P</b>	69,5 (46-83)	80 (60-94)

Les auteurs ne nous informent qu'aucun des deux groupes n'a eu d'amélioration supérieure au MCID du score VISA-P après les 4 semaines (le groupe isométrique a gagné au score médian **11,5 points** contre **10,5 points** pour le groupe isotonique). On note tout de même une augmentation des scores dans les 2 groupes inclus dans cette étude.

Ils précisent cependant qu'il y a eu une variabilité dans la réponse car 2 athlètes avaient un score VISA-P diminué dans le groupe isotonique et deux athlètes avaient un score inchangé (un dans chaque groupe).

Cinq athlètes dans chaque groupe ont un résultat supérieur au MCID en termes de score VISA-P.



Pour finir, les auteurs considèrent qu'un score inférieur à 80 points représente une douleur tendineuse qui entraîne une gêne fonctionnelle dans l'activité sportive et la fonction : cinq athlètes du groupe isotonique ont un score supérieur à 80 contre sept athlètes du groupe isométrique.

- **Étude numéro 4 : Van Ark et al[65]**

Comme nous l'avons expliqué pour l'étude précédente, les auteurs se sont intéressés à un suivi de 4 semaines des athlètes qui pratiquent 4 séances (soit isométrique soit isotonique) par semaine pendant les 4 semaines de suivi ce qui nous fait un total de 16 séances en tout.

Dans cette étude le critère de jugement secondaire est le **score VISA-P** qui reflète le degré de sévérité de la tendinopathie patellaire chez nos sujets et il est relevé via le score VISA-P au début de l'étude et à la fin des 4 semaines d'intervention.

Les auteurs s'appuient également dans leur analyse statistique sur la différence minimale cliniquement pertinente « MCID » et sur la valeur de p de leurs tests statistiques en admettant qu'un résultat est significatif si  $p < 0,05$  et si le MCID du traitement est atteint : le MCID qu'ils utilisent est de **13 points** selon l'étude de Hernandez Sanchez et al[67]. Les données ne sont pas distribuées selon une loi Normale et par conséquent une analyse non paramétrique a été utilisé.

Aucune différence statistiquement significative n'est observée en début d'étude entre les deux groupes en regard du critère de jugement principal de cette étude qui est la douleur. Les athlètes ayant participé à l'étude ont continué à s'entraîner 3 fois par semaines, au total 19 athlètes ont participé à l'analyse des résultats : pour le groupe isométrique  $n=8$  et pour le groupe isotonique  $n=11$ .

**Tableau synthétisant les résultats obtenus lors de l'étude :**

	Renforcement Isométrique	Renforcement Isotonique	Total
<b>Score VISA-P médián pré TRT</b>	66,5 (59,5-75,8)	69,5 (55,0-75,8)	69,5 (58,3-75,3)
<b>Score VISA-P médián après 4 semaines de TRT</b>	75,0 (72,5-87) *	79,0 (67,0-86,0) *	77,5 (70,8-86,5) *

\* : différence significative par rapport au pré TRT ( $p < 0,05$ )

Comme expliqué précédemment les résultats ne sont pas fournis avec les écarts types et les valeurs moyennes des scores VISA-P. Or, dans le cas où les résultats sont exprimés par le biais de médiane comme c'est le cas ici, il n'est pas possible de calculer un IC95 et notre inférence s'appuie seulement sur les tests statistiques choisis par les auteurs et la valeur de p ainsi obtenue : on considère qu'une valeur est significative si  $p < 0,05$ .

En ce qui concerne le groupe isométrique il y a eu une amélioration significative du score après les 4 semaines par rapport au pré TRT : **p=0,028** ( $p<0,05$ ).

En ce qui concerne le groupe isotonique il y a eu également une amélioration significative du score après les 4 semaines par rapport au pré TRT : **p=0,003** ( $p<0,05$ ).

Il n'y pas eu de différence significative intergroupe après les 4 semaines pour les changements de score VISA-P : **p=0,965** ( $p>0,05$ )

Pour finir, les 2 groupes ont une différence médiane de changement de score VISA-P inférieure au MCID : **8,5 points (< au MCID13 points)** pour le groupe isométrique contre **9,5 points (<au MCID13points)** pour le groupe isotonique.

## 4 Discussion

### 4.1 Analyse des principaux résultats

Pour rappel, 4 études ont été incluses dans cette revue afin de pouvoir évaluer l'intérêt du renforcement isométrique dans la prise en charge de la douleur des tendinopathies patellaires. Toutes ces études ont été soumises à une évaluation rigoureuse dans un premier temps sur leur validité grâce à un score sur la grille PEDro et par la suite sur l'extraction de leurs résultats.

Toutes les études comparaient les effets du renforcement isométrique au renforcement isotonique dans la prise en charge de la douleur et elles ont toutes utilisé le **score NRPS (échelle numérique)** afin de quantifier l'intensité de la douleur chez les sujets participants. Le critère de jugement principal est donc la douleur.

Une seule étude étudie le **seuil de douleur à la pression ou Pressure Pain Threshold (PPT)** comme critère de jugement secondaire, tandis que 2 études s'intéressent aux variations de **score VISA-P** et ont donc comme critère de jugement secondaire le **degré de sévérité** de la tendinopathie patellaire. Les 2 études qui utilisent le score VISA-P sont les études ayant une période de suivi de 4 semaines.

L'analyse statistique des résultats nous permet de savoir si les différences observées après un traitement d'intervention (le renforcement isométrique dans notre cas) sont dues au hasard ou pas : on parle de différence statistiquement significative lorsque « **p<0,05** ». En d'autres termes, le risque que la différence observée dans l'étude soit due au hasard est inférieure à 5%.

L'analyse des résultats prendra également en compte la « **différence minimale cliniquement importante** » (**MCID**) dans la mesure du possible. C'est une valeur qui varie selon l'outil de mesure et qui reflète à partir de quel moment on peut avancer qu'une différence observée est significative en des termes cliniques et dans notre revue elle est basée sur des études également. Une telle différence ne peut pas être fixée de n'importe quelle manière pour un critère de jugement, elle peut être fondée sur un consensus d'experts ou bien sur des études comme c'est le cas dans notre revue.

#### 4.1.1 Résultats et critère de jugement principal : la douleur

Pour analyser avec plus de pertinence les résultats obtenus nous allons comparer entre elles les 2 études qui s'intéressent à l'effet à très court terme sur la prise en charge de la douleur de ce type de renforcement (effet immédiat et 45 minutes après l'intervention) :

- **Rio et al** [63]
- **Holden et al** [64]

Les deux autres études seront également comparées entre elles. Elles ont une période de suivi plus longue qui s'étend sur 4 semaines :

- **Rio et al** [30]
- **Van Ark et al** [65]

Pour finir une comparaison générale sera réalisée et des conclusions globales des 4 études seront tirées sur l'effet du renforcement isométrique dans la prise en charge des douleurs des tendinopathies patellaires.

La douleur est le critère de jugement principal des 4 études, dans chacune des 4 études l'intensité de la douleur est évaluée par l'intermédiaire de l'échelle numérique (NPRS).

Comme nous l'avons expliqué dans la partie Résultats, dans certaines études les auteurs citent la valeur de la différence minimale cliniquement importante (MCID) pour l'échelle numérique dans le cadre des tendinopathies patellaire le MCID est de **2 points**. [66]

Pour les 2 premières études qui ont une période de suivi plus courte :

En ce qui concerne l'étude de **Rio et al** [63], nous avons vu que pour le renforcement isométrique la réduction de l'intensité de la douleur (en post traitement immédiat) est de 6,8/10 avec un **p=0,004** donc **p<0,05**. C'est donc une différence statistiquement significative. On remarque une différence intergroupe significative en post traitement immédiat en faveur du groupe renforcement isométrique avec une taille d'effet de **3,58** points sur 10 (sur l'échelle numérique) et un intervalle de confiance à 95% compris entre : **(0,57-6,59)**. Cependant, l'écart type à 45 minutes post intervention n'est pas mentionné par les auteurs, et donc l'analyse à 45 minutes après traitement ne dispose pas de taille d'effet et d'IC95, mais uniquement d'une moyenne de la douleur qui reste plus basse pour le groupe isométrique (**0,17/10 contre 4,66/10** pour le groupe isotonique).

L'étude de **Holden et al** [64] : Premièrement, il n'y a pas de différence significative sur la réduction de l'intensité de la douleur (en post traitement immédiat) entre les deux groupes : on note une légère différence en faveur du groupe isotonique, la taille d'effet est de **0,3** avec un IC95 **(-1,3 - 0,7)**. Si on regarde en post traitement immédiat, la diminution moyenne du score NRPS était de **0,9 p=0,028** (donc  $p<0,05$ ). Le groupe isométrique a donc une diminution statistiquement significative de l'intensité de la douleur en post traitement immédiat. En revanche, la diminution moyenne du score NRPS 45 minutes après le traitement était de **0,4** (0,2 pour le groupe isométrique contre 0,7 pour le groupe isotonique) avec un IC95 **(-0,1-0,8)** et **p=0,089** donc  $p>0,05$ . On voit donc que cette diminution de l'intensité de la douleur n'est pas significative pour aucun des groupes après 45 minutes après le traitement et ces résultats viennent contre balancer les résultats de l'étude précédente. Il est important de rappeler que ce sont les auteurs qui ont calculé eux même cette différence intergroupe ainsi que tous les IC95 sans fournir les écarts types des différents résultats.

On souligne tout d'abord que les 2 études ont reproduit des protocoles strictement similaires en termes de population (ce sont des athlètes en pleine saison sportive), de traitement, et de groupe comparateur, cependant, on note également que les 2 études ont des échantillons relativement faibles ce qui constitue un frein à l'extrapolation de ces données à une population plus grande. On voit notamment que l'étude de **Rio et al** [63] possède uniquement 6 athlètes masculins qui pratiquent le volleyball ( qui ont subi chacun les deux traitements avec une semaine de période de sevrage ou « wash-out » entre les deux). L'étude de **Holden et al** [64] a inclus 20 athlètes dans l'analyse statistique ce qui reste relativement faible également mais a précisé que la population a été recrutée en provenance de divers sports et

qu'ils ont inclus des hommes et des femmes, or le sexe peut jouer un rôle dans la perception de la douleur comme le montre certaines études et notamment celle de Gasjar et al [68]. Dans l'étude de **Rio et al** la différence en post traitement après la réalisation de renforcement isométrique est de **6,8 points** et est donc supérieure au MCID de 2 points de la NRPS, contre une différence de **0,8 points** dans l'étude de **Holden et al**. Ajoutons à cela que la différence de l'intensité de douleur est maintenue 45 minutes après le traitement uniquement dans l'étude de **Rio et al** et malgré sa tendance à la baisse dans l'étude de **Holden et al** cette diminution n'est pas maintenue significativement par rapport au pré traitement. On a donc une contradiction dans la magnitude des effets sur la douleur à court terme et des recherches supplémentaires sont à investiguer en incluant un groupe contrôle placebo pour prendre en compte l'évolution naturelle de la maladie et pouvoir inférer sur les résultats obtenus. La mise en place de ce genre de groupe placebo semble tout de même très difficile car ces études s'intéressent à des athlètes en pleines saisons sportives et ne peuvent pas pendant une période de suivi même courte ne pratiquer aucun type de renforcement musculaire (car ils s'entraînent plusieurs fois par semaines).

La durée des symptômes n'est précisée que dans l'étude de **Holden et al** et il s'agit de tendinopathies chroniques (24 mois en moyenne), on sait en revanche que les scores VISA-P des participants aux 2 études en début d'études sont relativement comparables (47,9/100 et 52,8/100).

On voit donc que le renforcement isométrique semble être efficace dans la prise en charge immédiate de la douleur des patients présentant des tendinopathies patellaires mais que des études supplémentaires doivent être menées avec des échantillons plus larges de sujets. On voit également que le mode de contraction musculaire ne semble pas être le facteur le plus important dans la réduction de la douleur immédiatement après le traitement par renforcement musculaire car les 2 techniques isométrique et isotonique offrent une diminution statistiquement significative. L'étude de **Rio et al** montre une différence intergroupe élevée (Taille d'effet de 3,58 points et un IC95 compris entre (0,57-6,59)) mais la population est trop faible pour dire que c'est applicable de manière certaine à une population plus large et d'autres études doivent affirmer ou infirmer cette hypothèse. Cette IC95 est très large au vu de notre critère de jugement. L'échelle numérique est notée sur 11 points (entre 0 et 10), l'IC95 regroupe deux scores limites séparés d'environ 6 points ce qui montre que cette étude est de faible puissance ce qui semble tout à fait logique au vu du nombre de participants très faible (n=6 pour chaque groupe). Les résultats sont donc à prendre avec prudence.

Concernant les 2 autres études qui elles ont une période de suivi plus longue (4 semaines):

Tout d'abord, l'étude de **Rio et al** [30] : cette analyse est non paramétrique et ne suit pas une loi Normale. Les auteurs calculent eux même un *d de Cohen* qui est une mesure descriptive pour indiquer la taille d'effet. Ces derniers mentionnent donc une différence intergroupe en faveur du groupe isométrique avec une taille d'effet via un **d Cohen=2,75**, et ils ne nous donnent pas d'intervalle de confiance. Les auteurs nous informent que la réduction de l'intensité de la douleur entre le pré traitement et le post traitement est plus importante pour le groupe isométrique : la moyenne est de **1,8/10 (écart type 0,39)** contre **0,9/10 (écart type 0,25)** pour le groupe isotonique.

En ce qui concerne l'étude de **Van Ark et al** [65] les scores médians de la douleur se sont améliorés de manière significative en 4 semaines pour le groupe isométrique **p= 0,012** (donc  $p<0,05$ ), et pour le groupe isotonique également **p=0,003** ( $p<0,05$ ).

Il n'y avait pas de différence significative entre les 2 groupes après les 4 semaines de traitement **p=0,208** ( $p>0,05$ ). De plus, pour les 2 groupes on note une différence entre les valeurs médianes de la douleur au bout de 4 semaines supérieure au MCID du NRPS : pour le groupe isométrique on observe une réduction de **2,3 points** sur 10 après 4 semaines (donc supérieure à 2) et pour le groupe isotonique on observe une différence de **3,5 points** (supérieure à 2). Les 2 valeurs médianes de variation du score NRPS d'intensité de la douleur sont donc supérieures à la MCID.

Tout comme les 2 études précédentes, ces 2 études de **Rio et al** et **Van Ark et al** comparent le renforcement isométrique et isotonique de manière très comparable en termes de population (athlètes en pleine saison qui s'entraînent 3 fois par semaine), de protocole, et de période de suivi. On se doit également de noter que les échantillons de populations sont également relativement faibles (20 athlètes et 19 athlètes sont respectivement inclus dans l'analyse des études) ce qui rend difficile l'extrapolation des résultats obtenus à une population plus grande en l'absence d'études complémentaires.

La diminution de la douleur est supérieure au MCID uniquement pour l'étude de **Van ark et al** avec une réduction de la douleur de 2,3 points (1,8 point pour l'étude de Rio et al). Les 2 études montrent une diminution significative de la douleur  $p<0,05$  après 4 semaines de traitement isométrique (et également isotonique). Il faut souligner le fait que les études ont fourni des résultats via des valeurs médianes et on ne pouvait inférer que via la valeur de  $p<0,05$  ou non et pas calculer de taille d'effet ou d'IC95 nous-mêmes.

En revanche, les 2 études ne présentent pas de groupe placebo pour évaluer l'effet du temps sur la pathologie mais il est difficile de mettre en place un groupe placebo dans ce genre d'études sur des athlètes en pleine saison sportive comme nous l'avons expliqué précédemment.

Pour conclure, il semble donc que le renforcement isométrique diminuerait la douleur des athlètes en saison souffrant de tendinopathies patellaires sur une période de 4 semaines (qui reste une période d'étude relativement courte). Cette conclusion reste à prendre avec circonspection, seulement 2 essais cliniques randomisés de faible puissance (car les sujets sont peu nombreux et des biais sont retrouvés dans la réalisation de ces études) ce sont intéressés à des périodes de suivi de 4 semaines. Les résultats sont donc significatifs mais des études avec plus d'athlètes sont nécessaires pour conclure avec certitude sur l'effet analgésiant du renforcement isométrique.

Pour revenir sur une conclusion des 4 articles :

Les 2 groupes de 2 études sont fortement comparables dans leurs périodes de suivi, leurs protocoles (intervention et comparateur) mais ils ne fournissent que des populations avec des nombres de sujets assez faibles mais qui sont homogènes car ce sont tous des athlètes en pleine saison sportive.

Les 4 études sont très comparables en termes de population (athlètes en saison sportive), de protocole (intervention et comparateur) et de critère de jugement principal qui est l'intensité de la douleur.

Aucune des études ne fournit de groupe placebo en raison de la difficulté de la mise en place de ce genre de protocole chez un athlète qui s'entraîne régulièrement chaque semaine pour une étude qui s'intéresse à un type de renforcement musculaire qui plus est.

Des études paramétriques avec des grands nombres de sujets seraient intéressantes à l'avenir pour développer la connaissance scientifique sur ce type de renforcement musculaire dans la prise en charge des tendinopathies. Il faut souligner aussi que la validité interne des études présente des biais qui montrent qu'elle peut être discutable.

Cependant, ces études semblent montrer que les exercices isométriques et également les exercices isotoniques ont un effet analgésiant sur la douleur immédiatement et sur une période de suivi de 4 semaines dans le traitement des tendinopathies patellaires, mais ces résultats sont à prendre avec certaines réserves.

Ce type de rééducation n'a été investiguée que très peu et des recherches supplémentaires sont nécessaires afin d'affirmer ou de contredire les conclusions de ces études. Il est clair que ces études contribuent énormément à l'avancée des connaissances sur le type de rééducation à envisager face aux tendinopathies patellaires.

#### 4.1.2 Analyse et critères de jugements secondaires : le degré de sévérité de tendinopathie (VISA-P) et le seuil de pression à la douleur

- **Seuil de pression à la douleur (PPT)**

Ce critère de jugement est retrouvé uniquement dans une seule des 4 études de cette revue. En effet, l'étude de **Holden et al** [64] utilise comme critère de jugement secondaire le **seuil de douleur à la pression ou pain pressure threshold (PPT)** sur le tendon patellaire du genou douloureux des sujets. Ce PPT est mesuré via un algomètre informatisé perpendiculairement au point le plus douloureux du tendon patellaire et il est mesuré en kilo Pascal (kPa).

Les auteurs ne nous permettent pas de calculer les tailles d'effet ou IC95 donc notre inférence se basera sur la valeur de p qu'ils nous fournissent. Les auteurs fournissent également des IC95 qu'ils ont calculés eux en rapport avec la moyenne de PPT en début d'étude et en post traitement immédiat ou 45 minutes après le traitement.

On n'observe pas de différence significative Intergroupe entre le renforcement isométrique et isotonique après le traitement immédiatement : **p=0,196** ( $p>0,05$ ). On n'observe pas de différence significative non plus intergroupe 45 minutes après le traitement : **p=0,239** ( $p>0,05$ ). On remarque également que l'IC95 de différence intergroupe est compris entre (- **128 -23**) : il comprend le zéro ce qui nous informe sur le fait que l'effet peut être nul.

On n'observe pas dans cette étude d'effet significatif du renforcement isométrique ou isotonique sur le seuil de douleur à la pression (PPT) du tendon patellaire et cette étude ne contient que 20 sujets. Il paraît donc difficile d'en tirer des conclusions : cependant il semble

que le renforcement isométrique ne réduit pas la douleur à la pression au niveau du tendon patellaire ni en post traitement immédiat ni 45 minutes après l'intervention.

- **Le degré de sévérité de la tendinopathie patellaire et le score VISA-P**

Le score VISA-P nécessite une période de suivi minimale et ne peut pas être utilisé sur un suivi trop court, c'est pourquoi uniquement les 2 études ayant une période de suivi de 4 semaines utilisent ce score.

Les auteurs nous informent que selon une étude de Hernandez Sanchez et al [67] le MCID pour le score VISA P est de **13 points**

Tout d'abord, l'étude de **Rio et al** [30] : Les auteurs ne nous informent qu'aucun des deux groupes n'a eu d'amélioration supérieure au MCID du score VISA-P après les 4 semaines (le groupe isométrique a gagné au score médian **11,5 points** contre **10,5 points** pour le groupe isotonique). Cette étude recueille après les 4 semaines d'intervention ces scores sur 100 points et ils ne sont pas traités par l'intermédiaire d'un test statistique et une valeur de p pour savoir s'ils sont significatifs mais uniquement par une valeur de MCID.

En ce qui concerne l'étude de **Van Ark et al** [65] : Il n'y a pas eu de différence significative intergroupe après les 4 semaines pour les changements de score VISA-P : **p=0,965** ( $p>0,05$ ) Le groupe isométrique il y a eu une amélioration significative du score après les 4 semaines par rapport au pré TRT : **p=0,028** ( $p<0,05$ ) Pour finir, les 2 groupes ont une différence médiane de changement de score VISA-P inférieure au MCID : **8,5 points** pour le groupe isométrique contre **9,5 points** pour le groupe isotonique.

Dans ces 2 études les scores VISA-P n'ont pas montré de différence supérieure au MCID en termes de scores médians, on note cependant une augmentation du résultat pour les 2 groupes mais qui n'est donc pas significative pour l'étude de **Rio et al** qui ne fournit pas de valeur de p. Pour l'étude de **Van ark et al** on note une valeur significative de  $p<0,05$ .

Comme expliqué précédemment, les études sont non paramétriques et de faibles échantillons ce qui peut être une source d'interprétation biaisée, il n'y a pas de groupe placebo car c'est difficile à mettre en place en pleine saison pour les athlètes. Des études avec un plus grands nombres de sujets qui nous offrent des analyses paramétriques sont à envisager pour mieux comprendre la corrélation entre le renforcement isométrique et le degré de sévérité de la pathologie tendineuse patellaire. Cependant, on note une augmentation du score médian VISA-P dans les 2 études et le renforcement isométrique et isotonique semblent tous les deux l'améliorer. Il paraît donc difficile de tirer des conclusions sur l'effet du renforcement isométrique sur la diminution de la sévérité de la tendinopathie patellaire sur une période de 4 semaines.

## **4.2 Applicabilité des résultats en pratiques clinique**

L'application des résultats implique une application à une population plus générale en termes de rééducation. Les tendinopathies sont des troubles musculo-squelettiques fréquents de nos jours et ces pathologies touchent une population active, la pratique de sport peut augmenter



leurs incidences. En revanche dans le cadre des tendinopathies patellaires, ces dernières sont intimement liées avec la pratique de sport ou la chaîne d'extension est sur sollicitée (volleyball ou basketball par exemple). On peut donc dire que l'application a une population plus générale concernera tout de même en grande majorité des patients sportifs comme c'est le cas dans les études.

Nous devons aussi nous questionner sur la durée d'affection et l'évolution naturelle de la maladie en ce qui concerne les tendinopathies. En effet, les tendinopathies patellaires ont une tendance à se chroniciser, cependant la durée des symptômes n'est pas précisée dans toutes les études on voit que dans les deux études où elle est mentionnée ce sont des patients avec des tendinopathies patellaires chroniques (**Holden et al et Van Ark et al**).

Les études analysées présentent cependant des limites claires comme nous l'avons vu précédemment, premièrement les études ne regroupaient que très peu de sujets, les résultats vis-à-vis de l'efficacité ou non du traitement des tendinopathies par le biais du renforcement musculaire isométrique sont donc à prendre avec circonspection. Des études incluant des grands échantillons de patients sont nécessaires à l'avenir pour se positionner quant à l'applicabilité de cette technique en rééducation.

L'analyse statistique des résultats nous aiguille sur l'effet du type de renforcement musculaire à utiliser dans la recherche d'une analgésie des tendinopathies patellaires, il faut cependant bien souligner que la plupart des études se sont appuyées sur des analyses statistiques non paramétriques et des études paramétriques avec plus de sujets semblent nécessaires pour affirmer des conclusions de ces études. Toutes les études ont cependant rigoureusement comparé une technique de renforcement dynamique (isotonique) à une technique de renforcement statique (isométrique) et ces techniques ont été réalisées chez des sujets sportifs en pleine saison c'est-à-dire qu'ils continuaient leurs entraînements ainsi que leurs compétitions. On voit que le renforcement isométrique a un effet analgésiant significatif sur la prise en charge de la douleur à court terme que ce soit en immédiat après le traitement ou bien sur une période de 4 semaines.

Ce protocole est rapide et bien adapté aux athlètes en pleine saison sportive. Ces études sont récentes et montrent bien que le traitement par renforcement excentrique peut avoir des alternatives notamment pour les patients en échec de traitement et dont les douleurs persistent, ce type de protocole isométrique peut être proposé et faire adhérer le patient à la rééducation. Le traitement par renforcement isométrique correspondrait alors à une étape plutôt précoce de la rééducation des tendinopathies patellaires et son effet sur des périodes plus longues n'a pas encore fait l'objet de beaucoup d'essais cliniques randomisés.

Ce traitement isométrique reste encore à développer en termes de recherche et les exercices induisant une analgésie active sont sources de nombreuses études mais trop peu se sont penchées sur ce type de renforcement.

Le protocole de rééducation des tendinopathies patellaires est fondé sur la pratique de renforcement de type excentrique depuis plusieurs dizaines d'années maintenant et cette revue compare directement deux types de renforcement et ne semble pas montrer de différences significatives entre les deux types de contractions pour la réduction de la douleur ou encore pour la réduction de la sévérité de la maladie sur un suivi de 4 semaines. Ces études

contribuent en faveur du traitement conservateur pour les athlètes en cours de saison. Il faut bien souligner que la phase excentrique qui est utilisée dans le traitement isotonique n'est pas le traitement utilisé couramment pour rééduquer les tendinopathies patellaires.

Cette technique n'a pas un coût élevé mis à part le fait qu'il calcule la force volontaire maximale isométrique (MVIC) via une machine d'isocinétisme qui n'est pas à disposition de tous les kinésithérapeutes mais les patients peuvent réaliser un bilan isocinétique dans un cabinet qui dispose de l'appareil avant de réaliser le protocole via une machine de musculation d'extension de jambe classique que beaucoup de kinésithérapeutes utilisent pour la rééducation de patients sportifs.

Après mise en balance des résultats et des différents bénéfices qu'ils offrent au vu du risque très faible de la pratique de renforcement musculaire cette technique peut s'inscrire dans le répertoire des techniques à proposer à un sujet sportif souffrant de tendinopathie patellaire surtout s'il est en échec de traitement conservateur via une thérapie excentrique ou par ondes de chocs par exemple. Ce raisonnement entre dans la vision holistique de la prise en charge d'un patient par le kinésithérapeute et peut être utilisé au cours d'une séance, sans bien sûr être le seul moyen proposé par le thérapeute. Cette conclusion reste à prendre avec énormément de prudence, cette technique peut être envisagée certes chez des athlètes pour diminuer la douleur à court terme de la tendinopathie patellaire mais cela ne veut pas dire que ce traitement est de source sur une bonne solution pour chaque patient ayant cette pathologie. Des recherches supplémentaires sont nécessaires, impliquant des grands nombres de sujets sportifs, des études de forte puissance et avec des analyses paramétriques des résultats pour inférer avec certitude cette hypothèse de traitement.

**Jill Cook et al** se sont intéressés à l'intégration du renforcement isométrique dans un protocole de prise en charge global des tendinopathies.[69] Ce programme de réadaptation tendineuse par mise en charge se déroule en 4 phases. La première phase consiste à utiliser des exercices isométriques longs (45 secondes comme c'est le cas dans ces études) pour favoriser l'analgésie et l'augmentation de force maximale isométrique volontaire[69]. Ces exercices peuvent être pratiqués plusieurs fois par jour. La phase 2 utilise le renforcement isotonique, la phase 3 une mise en charge plus rapide et pour finir la phase 4 emploie des exercices qui simulent le plus possible la pratique sportive du sujet. Ce programme est utilisé pour des athlètes en saison sportive, il montre bien que le renforcement isométrique peut avoir une utilité dans la prise en charge de la douleur des tendinopathies patellaires et notamment lorsqu'il est utilisé en complément d'autres techniques de traitement.[69]

### 4.3 Qualité des preuves

Cette revue doit s'intéresser à la qualité des preuves des études incluses afin d'évaluer de manière organisée la qualité des différents résultats obtenus dans ces études. Cette analyse suivra le système GRADE.

Grade de recommandations	Type	Niveau de preuve scientifique fourni par la littérature
A Preuve scientifique établie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Essais comparatifs randomisés de forte puissance</li> <li>• Méta-analyse d'essais comparatifs randomisés</li> <li>• Analyse de décision fondée sur des études bien menées.</li> </ul>	1
B Présomption scientifique	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Essais comparatifs randomisés de faible puissance</li> <li>• Études comparatives non randomisées bien menées</li> <li>• Études de cohortes.</li> </ul>	2
C Faible niveau de preuve scientifique	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Études cas témoins</li> </ul>	3
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Études comparatives comportant des biais importants</li> <li>• Études rétrospectives</li> <li>• Séries de cas</li> <li>• Études épidémiologiques descriptives (transversale, longitudinale)</li> </ul>	4

**Figure 4 : Système GRADE et niveau de preuve**

D'après la HAS : Les « recommandations de bonne pratique » (RBP) sont définies dans le champ de la santé comme « des propositions développées méthodiquement pour aider le praticien et le patient à rechercher les soins les plus appropriés dans des circonstances cliniques données ». [70]

Les RBP sont des synthèses rigoureuses de l'état des données scientifiques sur un sujet précis à un temps donné [70]

Nos 4 études correspondent à des **essais cliniques randomisés de faible puissance** (avec des effectifs insuffisants et pas de triple aveugle) ce qui correspond à une recommandation de **GRADE B dite de Présomption scientifique**.

Plusieurs raisons participent au fait que nos essais cliniques randomisés soient de faible puissance. Tout d'abord, ils regroupent des effectifs faibles dans chaque étude, mis à part une étude (**Rio et al**) les analyses statistiques sont non paramétriques ou bien ne nous fournissent pas les écarts types pour calculer nous même les tailles d'effet et leurs IC95. Aucun groupe n'est mis en place (même si comme on l'a expliqué précédemment cela est très compliqué dans le cadre d'athlètes en pleine saison de leur demander de ne pas pratiquer de

renforcement musculaire). Nous devons également prendre en compte dans cette revue le fait que la grille PEDro a mis en évidence différents biais lors de la réalisation méthodologique des études. Aucune étude n'a mis en aveugle ni le patient ni le thérapeute et nous l'avons dit cela constitue un biais de performance cependant ce traitement isométrique est très facilement discernable donc ces items sont très durs à respecter. Nous l'avons également expliqué, les études de **Holden et al**, **Rio et al**, et **Van ark et al** ont également un biais de détection car l'examineur n'était pas en aveugle dans chacune de ces 3 études.

Les études de **Rio et al**, **Van ark et al**, ainsi que l'autre étude de **Rio et al** présentent un biais de suivi. On note également une hétérogénéité des périodes de suivi des 4 études car 2 études s'intéressent à l'effet immédiat (immédiat et 45 minutes après l'intervention) du renforcement isométrique dans la prise en charge de la douleur tandis que 2 autres études s'intéressent à un suivi sur 4 semaines des sujets. Pour finir, les 4 études présentent un biais d'attrition ce qui signifie que les patients perdus de vue ne sont pas inclus dans l'analyse statistique en intention de traiter.

#### 4.4 Biais potentiel de la revue

L'évaluation des biais de cette revue a été réalisé par la grille AMSTAR 2 (cf. Annexe 4). Cette grille nous permet via ces 16 questions de souligner les éventuels biais et limite en étant assez précis sur des critères fondamentaux concernant l'analyse des résultats et la méthode de réalisation de cette revue.

La réalisation de cette revue présente plusieurs biais potentiels. Tout d'abord dans la recherche et la sélection des articles plusieurs points importants sont à souligner. La recherche d'étude n'a été effectuée que sur 3 bases de données et un moteur de recherche (Google Scholar), et la recherche s'est limitée aux articles en anglais et en français. Cela constitue une recherche plutôt étroite au final en vue du nombre de base de données mises à disposition dans le monde. Ajoutons à cela le fait que seulement 4 essais cliniques randomisés traitant notre sujet soient au final retenus, et que ces derniers regroupent des échantillons de sujets faibles (au total 66 sujets sont inclus dans les analyses des 4 études). Il faut tout de même préciser que ces études regroupent des sujets sportifs (car les tendinopathies patellaires ont une prévalence très élevée dans les sports qui sollicitent énormément la chaîne d'extension du membre inférieur), et que ces études sont réalisées pendant leurs saisons sportives ce qui explique la difficulté de la mise en place d'un groupe contrôle placebo par exemple car il est impossible de demander à ces athlètes de ne pratiquer aucun type de renforcement musculaire pendant la période de suivi de l'étude.

Il serait donc très intéressant de mener à nouveau ce genre d'essais cliniques randomisés avec des populations plus grandes et de garder des protocoles rigoureux d'intervention et de comparateur (Isométrique et Isotonique) avec des critères de jugement similaires et un suivi dans le temps comparable entre chacune des études. En effet, les 4 études retenues dans cette étude sont scindées en 2 périodes de suivi : 2 études s'intéressent à l'effet immédiat (post TRT et 45minutes après) sur la prise en charge de la douleur et les 2 autres s'intéressent à une période de suivi sur 4 semaines. On remarque également que mis à part l'étude de **Rio et al**[63] les résultats sont exprimés par le biais de médiane et il n'est pas possible de calculer un IC95 ou une taille d'effet. Ainsi, notre inférence se base uniquement sur le test statistique

choisi par les auteurs et la valeur de  $p$  ainsi obtenue. Il s'agit donc d'études dites non paramétriques et il serait intéressant à l'avenir que des études paramétriques (suivant toutes une loi Normale et fournissant des écarts types dans leur résultats) avec des échantillons plus grands soient mises à dispositions sur les bases de données de recherche afin de rendre l'analyse des résultats plus exacte d'un point de vue scientifique. Toujours concernant les résultats de nos études, hormis l'étude de **Holden et al**[64] toutes les études ne remplissent ni l'item 8 ni l'item 9 de la grille PEDro et présentent donc un biais de suivi et d'attrition qui doit être souligné.

Pour finir, cette revue a été réalisée en intégralité par une seule personne ce qui semble être une limite assez franche. Lorsque l'on ajoute des personnes (au moins une deuxième) à la sélection des articles, l'analyse et la discussion des résultats, on ouvre de nouveaux horizons de remise en question ainsi qu'une réalisation forcément plus rigoureuse de la revue et cela diminue le risque de biais.

Cette revue n'a nécessité aucune source de financement et l'auteur ne déclare aucun conflit d'intérêt.

## 5 Conclusion

### 5.1 Implication pour la pratique clinique

L'objectif de cette revue était de faire un compte rendu des données scientifiques à disposition en ce qui concerne l'effet du renforcement sur la prise en charge des douleurs chez le sujet atteint de tendinopathie patellaire.

Le renforcement isométrique montre une réduction significative sur l'intensité de la douleur dans les 4 études (donc en post traitement immédiat et sur une période de suivi de 4 semaines). Les données actuelles restent très récentes et le renforcement isométrique semble être une des pistes à explorer dans le traitement conservateur des tendinopathies patellaires chez le sujet sportif. Il propose une piste de rééducation intéressante de par son faible cout.

Deux études montrent également qu'il augmenterait le score VISA-P sur une durée de 4 semaines (seulement une seule des 2 montre une différence statistiquement significative). Une seule étude s'intéresse au seuil de pression à la douleur et le renforcement isométrique ne montre pas de différence significative dans sa réduction.

D'autres études avec des grands effectifs sont à réaliser à l'avenir pour infirmer ou confirmer ces conclusions. Un protocole de réadaptation en 4 phases (dont une qui utilise le renforcement isométrique) est déjà utilisé pour la réadaptation tendineuse par mise en charge chez les athlètes.[69]

### 5.2 Implication pour la recherche

Les études se sont basées sur des sujets sportifs en pleine saison et ne regroupaient que de faibles échantillons, il faut souligner que très peu d'articles sont publiés sur ce sujet qui est très récent.

Il serait intéressant de réaliser des études regroupant un plus grand nombre de patients et qui présenteraient une qualité méthodologique encore plus rigoureuse. Les études investiguées étaient fortement comparables en termes de protocole, d'intervention et de comparateur.

Le renforcement musculaire reste un atout majeur dans l'arsenal de rééducation du kinésithérapeute et présente de nombreux avantages notamment par son faible cout et sa pratique qui ne nécessite pas de formation particulière. Il faut cependant veiller à le pratiquer au moment adéquat et proposer le bon type de renforcement pour la pathologie associée : c'est pourquoi l'analgésie active reste une source de recherche énorme à l'heure actuelle et que le renforcement isométrique est source de nombreuses recherches. En ce qui concerne les tendinopathies patellaires des recherches complémentaires avec des périodes de suivi différentes seraient notamment intéressantes pour savoir à quel moment de la rééducation sa pratique serait la plus adéquate et pour confirmer ou à l'inverse démontrer son inefficacité dans la prise en charge des douleurs provoquées par les tendinopathies patellaires.

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] J. Ziltener, "Options thérapeutiques dans la tendinopathie rotulienne," pp. 1486–1489, 2012.
- [2] O. D. E. La, "Ommission de la," pp. 1–23, 2015.
- [3] J. L. Cook and C. R. Purdam, "La pathologie tendineuse est-elle un continuum ? Un modèle physiopathologique pour expliquer le tableau clinique de la tendinopathie induite par la charge / le stress mécanique .," 2008.
- [4] J. F. Kaux and J. M. Crielaard, "Tendon et tendinopathie," *Journal de Traumatologie du Sport*, vol. 31, no. 4. Elsevier Masson SAS, pp. 235–240, 01-Dec-2014, doi: 10.1016/j.jts.2014.07.008.
- [5] R. James, G. Kesturu, G. Balian, and A. B. Chhabra, "Tendon: Biology, Biomechanics, Repair, Growth Factors, and Evolving Treatment Options," *J. Hand Surg. Am.*, vol. 33, no. 1, pp. 102–112, 2008, doi: 10.1016/j.jhsa.2007.09.007.
- [6] J. H. C. Wang, "Mechanobiology of tendon," *J. Biomech.*, vol. 39, no. 9, pp. 1563–1582, 2006, doi: 10.1016/j.jbiomech.2005.05.011.
- [7] P. Sharma and N. Maffulli, "Biology of tendon injury: Healing, modeling and remodeling," *J. Musculoskelet. Neuronal Interact.*, vol. 6, no. 2, pp. 181–190, 2006.
- [8] J. L. Cook and C. R. Purdam, "Is tendon pathology a continuum? A pathology model to explain the clinical presentation of load-induced tendinopathy," *Br. J. Sports Med.*, vol. 43, no. 6, pp. 409–416, 2009, doi: 10.1136/bjsm.2008.051193.
- [9] M. Abate *et al.*, "Pathogenesis of tendinopathies: inflammation or degeneration?," *Arthritis Res. Ther.*, vol. 11, no. 3, p. 235, 2009, doi: 10.1186/ar2723.
- [10] G. Riley, "Tendinopathy - From basic science to treatment," *Nat. Clin. Pract. Rheumatol.*, vol. 4, no. 2, pp. 82–89, 2008, doi: 10.1038/ncprheum0700.
- [11] F. Södersten, K. Hultenby, D. Heinegård, C. Johnston, and S. Ekman, "Immunolocalization of collagens (I and III) and cartilage oligomeric matrix protein in the normal and injured equine superficial digital flexor tendon," *Connect. Tissue Res.*, vol. 54, no. 1, pp. 62–69, 2013, doi: 10.3109/03008207.2012.734879.
- [12] P. Sharma and N. Maffulli, "Basic biology of tendon injury and healing," *Surgeon*, vol. 3, no. 5, pp. 309–316, 2005, doi: 10.1016/S1479-666X(05)80109-X.
- [13] M. De Mos *et al.*, "In vitro model to study chondrogenic differentiation in tendinopathy," *Am. J. Sports Med.*, vol. 37, no. 6, pp. 1214–1222, 2009, doi: 10.1177/0363546508331137.
- [14] R. T. Benson, S. M. McDonnell, H. J. Knowles, J. L. Rees, A. J. Carr, and P. A. Hulley, "Tendinopathy and tears of the rotator cuff are associated with hypoxia and apoptosis," *J. Bone Jt. Surg. - Ser. B*, vol. 92, no. 3, pp. 448–453, 2010, doi: 10.1302/0301-620X.92B3.23074.
- [15] N. Schizas, Lian, F. Frihagen, L. Engebretsen, R. Bahr, and P. W. Ackermann, "Coexistence of up-regulated NMDA receptor 1 and glutamate on nerves, vessels and transformed tenocytes in tendinopathy," *Scand. J. Med. Sci. Sport.*, vol. 20, no. 2, pp. 208–215, 2010, doi: 10.1111/j.1600-0838.2009.00913.x.
- [16] F. Lagniaux, "Tendinopathie: les classifications," *Kinesither. Sci.*, no. 549, pp. 45–46, 2013.
- [17] M. Reinking, "Tendinopathy in athletes," *Phys. Ther. Sport*, vol. 13, no. 1, pp. 3–10, 2012, doi: 10.1016/j.ptsp.2011.06.004.
- [18] W. J. Crozier, "the Prevalence of Geophilic Dermatophytes in Soils of the Illawarra

- Area of New South Wales," *Australas. J. Dermatol.*, vol. 21, no. 2, pp. 89–95, 1980, doi: 10.1111/j.1440-0960.1980.tb00149.x.
- [19] Y. Abrahams, M. J. Laguette, S. Prince, and M. Collins, "Polymorphisms within the COL5A1 3'-UTR That Alters mRNA Structure and the MIR608 Gene are Associated with Achilles Tendinopathy," *Ann. Hum. Genet.*, vol. 77, no. 3, pp. 204–214, 2013, doi: 10.1111/ahg.12013.
- [20] B. M. Andres and G. A. Murrell, "Molecular and clinical developments in tendinopathy: Editorial comment," *Clin. Orthop. Relat. Res.*, vol. 466, no. 7, pp. 1519–1520, 2008, doi: 10.1007/s11999-008-0267-7.
- [21] J. A. Abboud, D. P. Beason, and L. J. Soslowsky, "Emerging ideas the effect of hypercholesterolemia on tendons," *Clin. Orthop. Relat. Res.*, vol. 470, no. 1, pp. 317–320, 2012, doi: 10.1007/s11999-010-1709-6.
- [22] A. Durey *et al.*, "Levofloxacin-induced achilles tendinitis in a young adult in the absence of predisposing conditions," *Yonsei Med. J.*, vol. 51, no. 3, pp. 454–456, 2010, doi: 10.3349/ymj.2010.51.3.454.
- [23] L. Öhberg, R. Lorentzon, and H. Alfredson, "Eccentric training in patients with chronic Achilles tendinosis: Normalised tendon structure and decreased thickness at follow up," *Br. J. Sports Med.*, vol. 38, no. 1, pp. 8–11, 2004, doi: 10.1136/bjsm.2001.000284.
- [24] Ø. Lian, A. Scott, L. Engebretsen, R. Bahr, V. Duronio, and K. Khan, "Excessive apoptosis in patellar tendinopathy in athletes," *Am. J. Sports Med.*, vol. 35, no. 4, pp. 605–611, 2007, doi: 10.1177/0363546506295702.
- [25] J. L. Cook, K. M. Khan, Z. S. Kiss, B. D. Coleman, and L. Griffiths, "Asymptomatic hypoechoic regions on patellar tendon ultrasound: A 4-year clinical and ultrasound followup of 46 tendons," *Scand. J. Med. Sci. Sport.*, vol. 11, no. 6, pp. 321–327, 2001, doi: 10.1034/j.1600-0838.2001.110602.x.
- [26] S. La and D. D. E. A. A. Belkhiria, "TECHNIQUES DE RENFORCEMENT MUSCULAIRE."
- [27] J. Y. Guincestre, B. Sesboue, V. Cavelier, and C. Hulet, "Principes, usages, mésusages et risques du renforcement musculaire," *J. Traumatol. du Sport*, vol. 22, no. 4, pp. 236–242, 2005, doi: 10.1016/s0762-915x(05)83225-5.
- [28] C. Swenson, L. Swärd, and J. Karlsson, "Cryotherapy in sports medicine.," *Scand. J. Med. Sci. Sports*, vol. 6, no. 4, pp. 193–200, 1996.
- [29] E. Rio *et al.*, "Isometric contractions are more analgesic than isotonic contractions for patellar tendon pain: An in-season randomized clinical trial," *Clin. J. Sport Med.*, vol. 27, no. 3, pp. 253–259, 2017, doi: 10.1097/JSM.0000000000000364.
- [30] E. Rio *et al.*, "Isometric Contractions Are More Analgesic Than Isotonic Contractions for Patellar Tendon Pain: An In-Season Randomized Clinical Trial," 2017.
- [31] A. YOUNG, M. STOKES, J. M. ROUND, and R. H. T. EDWARDS, "The effect of high-resistance training on the strength and cross-sectional area of the human quadriceps," *Eur. J. Clin. Invest.*, vol. 13, no. 5, pp. 411–417, 1983, doi: 10.1111/j.1365-2362.1983.tb00122.x.
- [32] K. Kubo, H. Kanehisa, and T. Fukunaga, "<Effects of resistance and stretching training programmes on.pdf>," *J. Physiol.*, vol. 538, no. 1, pp. 219–226, 2002, doi: 10.1013/jphysiol.2001.012703.
- [33] A. T. Weier, A. J. Pearce, and D. J. Kidgell, "Strength training reduces intracortical inhibition," *Acta Physiol.*, vol. 206, no. 2, pp. 109–119, 2012, doi: 10.1111/j.1748-1716.2012.02454.x.
- [34] K. M. Naugle, R. B. Fillingim, and J. L. Riley, "A meta-analytic review of the hypoalgesic



- effects of exercise," *J. Pain*, vol. 13, no. 12, pp. 1139–1150, 2012, doi: 10.1016/j.jpain.2012.09.006.
- [35] C. Ring, L. Edwards, and M. Kavussanu, "Effects of isometric exercise on pain are mediated by blood pressure," *Biol. Psychol.*, vol. 78, no. 1, pp. 123–128, 2008, doi: 10.1016/j.biopsycho.2008.01.008.
- [36] P. Malliaras, J. Cook, C. Purdam, and E. Rio, "Patellar tendinopathy: Clinical diagnosis, load management, and advice for challenging case presentations," *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, vol. 45, no. 11. Movement Science Media, pp. 887–898, 01-Nov-2015, doi: 10.2519/jospt.2015.5987.
- [37] M. Bouvard, C. Marion, A. Lippa, and M. Montaudon, "Patellar anatomy and tendinopathy: A misunderstanding," *Journal de Traumatologie du Sport*, vol. 35, no. 4. Elsevier Masson SAS, pp. 231–239, 01-Dec-2018, doi: 10.1016/j.jts.2018.10.001.
- [38] D. Figueroa, F. Figueroa, and R. Calvo, "Patellar tendinopathy: Diagnosis and treatment," *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, vol. 24, no. 12. Lippincott Williams and Wilkins, pp. e184–e192, 01-Dec-2016, doi: 10.5435/JAAOS-D-15-00703.
- [39] V. B. Duthon, S. Borloz, and J. L. Ziltener, "Options thérapeutiques dans la tendinopathie rotulienne," *Rev. Med. Suisse*, vol. 8, no. 349, pp. 1486–1489, 2012.
- [40] Ø. B. Lian, L. Engebretsen, and R. Bahr, "Prevalence of jumper's knee among elite athletes from different sports: A cross-sectional study," *Am. J. Sports Med.*, vol. 33, no. 4, pp. 561–567, 2005, doi: 10.1177/0363546504270454.
- [41] G. Gremion and P. Zufferey, "Tendinopathies du sportif: Étiologie, diagnostic et traitement," *Rev. Med. Suisse*, vol. 11, no. 465, pp. 596–601, 2015.
- [42] C. Demoulin *et al.*, "Programme de rétablissement."
- [43] H. Van Der Worp, M. Van Ark, S. Roerink, G. J. Pepping, I. Van Den Akker-Scheek, and J. Zwerver, "Risk factors for patellar tendinopathy: A systematic review of the literature," *Br. J. Sports Med.*, vol. 45, no. 5, pp. 446–452, 2011, doi: 10.1136/bjism.2011.084079.
- [44] K. M. Khan, "Patellar tendinopathy: Some aspects of basic science and clinical management," *Br. J. Sports Med.*, vol. 32, no. 4, pp. 346–355, 1998, doi: 10.1136/bjism.32.4.346.
- [45] A. Hoksrud, L. Öhberg, H. Alfredson, and R. Bahr, "Color Doppler ultrasound findings in patellar tendinopathy (jumper's knee)," *Am. J. Sports Med.*, vol. 36, no. 9, pp. 1813–1820, 2008, doi: 10.1177/0363546508319897.
- [46] S. J. Warden and P. Brukner, "Patellar tendinopathy," *Clin. Sports Med.*, vol. 22, no. 4, pp. 743–759, 2003, doi: 10.1016/S0278-5919(03)00068-1.
- [47] S. E. Des and R. Professionnelles, "Synthèse des recommandations professionnelles," *Arch. des Mal. du Coeur des Vaiss. - Prat.*, vol. 15, no. 178, pp. 32–34, 2009, doi: 10.1016/s1261-694x(09)74645-0.
- [48] C. Cruz and F. Antunes, "Pain and its contexts. Contribution of analysis," *Douleurs*, vol. 19, no. 6, pp. 273–278, 2018, doi: 10.1016/j.douleur.2018.10.008.
- [49] R. H. Dworkin, S. Bruehl, R. B. Fillingim, J. D. Loeser, G. W. Terman, and D. C. Turk, "Multidimensional Diagnostic Criteria for Chronic Pain: Introduction to the ACTION–American Pain Society Pain Taxonomy (AAPT)," *J. Pain*, vol. 17, no. 9, pp. T1–T9, 2016, doi: 10.1016/j.jpain.2016.02.010.
- [50] M. C. Bushnell, M. Čeko, and L. A. Low, "Cognitive and emotional control of pain and its disruption in chronic pain," *Nat. Rev. Neurosci.*, vol. 14, no. 7, pp. 502–511, 2013,

doi: 10.1038/nrn3516.

- [51] R. H. Dworkin *et al.*, “Core outcome measures for chronic pain clinical trials: IMMPACT recommendations,” *Pain*, vol. 113, no. 1–2, pp. 9–19, 2005, doi: 10.1016/j.pain.2004.09.012.
- [52] L. Litcher-Kelly, S. A. Martino, J. E. Broderick, and A. A. Stone, “A Systematic Review of Measures Used to Assess Chronic Musculoskeletal Pain in Clinical and Randomized Controlled Clinical Trials,” *J. Pain*, vol. 8, no. 12, pp. 906–913, 2007, doi: 10.1016/j.jpain.2007.06.009.
- [53] S. Hernandez-Sanchez *et al.*, “Confirmatory factor analysis of VISA-P scale and measurement invariance across sexes in athletes with patellar tendinopathy,” *J. Sport Heal. Sci.*, vol. 6, no. 3, pp. 365–371, 2017, doi: 10.1016/j.jshs.2016.01.020.
- [54] A. Scott *et al.*, “Sports and exercise-related tendinopathies: A review of selected topical issues by participants of the second International Scientific Tendinopathy Symposium (ISTS) Vancouver 2012,” *Br. J. Sports Med.*, vol. 47, no. 9, pp. 536–544, 2013, doi: 10.1136/bjsports-2013-092329.
- [55] M. M. Çelebi, S. K. Köse, Z. Akkaya, and A. M. Zergeroglu, “Cross-cultural adaptation of VISA-P score for patellar tendinopathy in Turkish population,” *Springerplus*, vol. 5, no. 1, 2016, doi: 10.1186/s40064-016-3100-x.
- [56] N. Maffulli, U. G. Longo, V. Testa, F. Oliva, G. Capasso, and V. Denaro, “VISA-P score for patellar tendinopathy in males: Adaptation to Italian,” *Disabil. Rehabil.*, vol. 30, no. 20–22, pp. 1621–1624, 2008, doi: 10.1080/09638280701786070.
- [57] H. Tous, “Expérimentation 2018 du recueil de l’indicateur « Prise en charge de la douleur » dans les établissements de santé de soins de courte durée (MCO),” pp. 1–11, 2018.
- [58] P. Malliaras *et al.*, “Patellar tendon adaptation in relation to load-intensity and contraction type,” *J. Biomech.*, vol. 46, no. 11, pp. 1893–1899, 2013, doi: 10.1016/j.jbiomech.2013.04.022.
- [59] T. Vander Doelen and A. Scott, “Multimodal Management of Patellar Tendinopathy in Basketball Players: A Retrospective Chart Review Pilot Study,” *J. Bodyw. Mov. Ther.*, 2020, doi: 10.1016/j.jbmt.2020.02.013.
- [60] R. M. Barker-Davies *et al.*, “Kinematic and kinetic differences between military patients with patellar tendinopathy and asymptomatic controls during single leg squats,” *Clin. Biomech.*, vol. 62, no. December 2017, pp. 127–135, 2019, doi: 10.1016/j.clinbiomech.2019.02.001.
- [61] A. Mascaró, M. À. Cos, A. Morral, A. Roig, C. Purdam, and J. Cook, “Gestión de la carga en las tendinopatías: progresión clínica para tendinopatías de Aquiles y rotuliana,” *Apunt. Med. l’Esport*, vol. 53, no. 197, pp. 19–27, 2018, doi: 10.1016/j.apunts.2017.11.005.
- [62] L. D. M. Mendonça, N. F. N. Bittencourt, L. E. M. Alves, R. A. Resende, and F. V. Serrão, “Interventions used for Rehabilitation and Prevention of Patellar Tendinopathy in athletes: a survey of Brazilian Sports Physical Therapists,” *Brazilian J. Phys. Ther.*, vol. 24, no. 1, pp. 46–53, 2020, doi: 10.1016/j.bjpt.2018.12.001.
- [63] E. Rio *et al.*, “Isometric exercise induces analgesia and reduces inhibition in patellar tendinopathy,” doi: 10.1136/bjsports.
- [64] S. Holden *et al.*, “Isometric exercise and pain in patellar tendinopathy: A randomized crossover trial,” *J. Sci. Med. Sport*, vol. 23, no. 3, pp. 208–214, Mar. 2020, doi: 10.1016/j.jsams.2019.09.015.

- [65] M. van Ark *et al.*, “Do isometric and isotonic exercise programs reduce pain in athletes with patellar tendinopathy in-season? A randomised clinical trial,” *J. Sci. Med. Sport*, vol. 19, no. 9, pp. 702–706, Sep. 2016, doi: 10.1016/j.jsams.2015.11.006.
- [66] F. Salaffi, A. Stancati, C. A. Silvestri, A. Ciapetti, and W. Grassi, “Minimal clinically important changes in chronic musculoskeletal pain intensity measured on a numerical rating scale,” vol. 8, pp. 283–291, 2004, doi: 10.1016/j.ejpain.2003.09.004.
- [67] S. Hernandez-Sanchez, M. D. Hidalgo, and A. Gomez, “Responsiveness of the VISA-P scale for patellar tendinopathy in athletes,” *Br. J. Sports Med.*, vol. 48, no. 6, pp. 453–457, 2014, doi: 10.1136/bjsports-2012-091163.
- [68] H. Gajjar, C. Titze, M. I. Hasenbring, and H. B. Vaegter, “Isometric Back Exercise Has Different Effect on Pressure Pain Thresholds in Healthy Men and Women,” *Pain Med.*, vol. 18, no. 5, pp. 917–923, 2017, doi: 10.1093/pm/pnw176.
- [69] J. L. Cook and C. R. Purdam, “The challenge of managing tendinopathy in competing athletes,” *Br. J. Sports Med.*, vol. 48, no. 7, pp. 506–509, 2014, doi: 10.1136/bjsports-2012-092078.
- [70] HAUTE AUTORITÉ DE SANTÉ, “Niveau de preuve et gradation des recommandations de bonne pratique,” *Etat des lieux*, p. 192, 2013.
- [71] P. J. Visentini, K. M. Khan, J. L. Cook, Z. S. Kiss, P. R. Harcourt, and J. D. Wark, “The VISA score: an index of severity of symptoms in patients with jumper’s knee (patellar tendinosis). Victorian Institute of Sport Tendon Study Group.,” *J. Sci. Med. Sport*, vol. 1, no. 1, pp. 22–8, 1998.

## ANNEXES

### Annexe 1 : Le SCORE VISAP[71]

#### VICTORIAN INSTITUTE OF SPORT

1. For how many minutes can you sit pain free?

0 mins  100 mins      Points   
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

2. Do you have pain walking downstairs with a normal gait cycle?

strong  
severe  no pain      Points   
pain  
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

3. Do you have pain at the knee with full active non-weightbearing knee extension?

strong  
severe  no pain      Points   
pain  
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

4. Do you have pain when doing a full weight bearing lunge?

strong  
severe  no pain      Points   
pain  
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

5. Do you have problems squatting?

Unable  no problems      Points   
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

6. Do you have pain during or immediately after doing 10 single leg hops?

strong severe  no pain      Points   
pain/unable  
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

7. Are you currently undertaking sport or other physical activity?

- 0  Not at all  
4  Modified training ± modified competition  
7  Full training ± competition but not at same level as when symptoms began  
10  Competing at the same or higher level as when symptoms began

8. Please complete EITHER A, B or C in this question.

- If you have **no pain** while undertaking sport please complete **Q8a only**.
- If you have **pain while undertaking sport but it does not stop you** from completing the activity, please complete **Q8b only**.
- If you have **pain that stops you from completing sporting activities**, please complete **Q8c only**.

8a. If you have **no pain** while undertaking sport, for how long can you train/practise?

NIL	1-5 mins	6-10 mins	7-15 mins	>15 mins	Points
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0	7	14	21	30	

OR

8b. If you have some pain while undertaking sport, but it does not stop you from completing your training/practice for how long can you train/practise?

NIL	1-5 mins	6-10 mins	7-15 mins	>15 mins	Points
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0	4	10	14	20	

OR

8c. If you have **pain which stops you** from completing your training/practice for how long can you train/practise?

NIL	1-5 mins	6-10 mins	7-15 mins	>15 mins	Points
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0	2	5	7	10	

---

TOTAL VISA SCORE

## Annexe 2 : Échelle d'analyse des biais PEDro

### Échelle PEDro – Français

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

L'échelle PEDro est basée sur la liste Delphi développée par Verhagen et ses collègues au département d'épidémiologie de l'Université de Maastricht (Verhagen AP et al (1998). *The Delphi list: a criteria list for quality assessment of randomised clinical trials for conducting systematic reviews developed by Delphi consensus. Journal of Clinical Epidemiology, 51(12):1235-41*). Cette liste est basée sur un "consensus d'experts" et non, pour la majeure partie, sur des données empiriques. Deux items supplémentaires à la liste Delphi (critères 8 et 10 de l'échelle PEDro) ont été inclus dans l'échelle PEDro. Si plus de données empiriques apparaissent, il deviendra éventuellement possible de pondérer certains critères de manière à ce que le score de PEDro reflète l'importance de chacun des items.

## Annexe 2 : Tableaux des études incluses

- **Étude numéro 1 : Rio et al.** [63]

<b>Isometric exercise induces analgesia and reduces inhibition in Patellar tendinopathy</b>	
<i>Ebonie Rio, Dawson Kidgell, Craig Purdam, Jamie Gaida, G Lorimen, Moseley, Alan J Pearce, Jill Cook</i>	
<b>ETUDE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Type d'étude :</b> essai clinique randomisé de type « cross-over »</li> <li>- <b>Date :</b> Octobre 2015</li> <li>- <b>Période de suivi :</b> 3 semaines</li> </ul>
<b>POPULATION</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Pathologie étudiée :</b> Tendinopathie patellaire</li> <li>- <b>Durée :</b> Non spécifiée</li> <li>- <b>Nombre de patients :</b> 6 athlètes volleyeurs</li> <li>- <b>Age :</b> entre 18 et 40 ans</li> <li>- <b>Age moyen :</b> 26,9</li> <li>- <b>Taille des échantillons :</b> n=6 pour chaque groupe</li> <li>- <b>Sex ratio :</b> Les 6 participants sont des hommes donc 100% masculin</li> <li>- <b>Critères inclusion :</b> La tendinopathie patellaire est diagnostiquée par un kinésithérapeute expérimenté par une douleur au pôle inférieur de la patella durant les activités sportives et durant le test du squat sur une jambe descendant (SLDS). Le diagnostic est confirmé à l'échographie.</li> <li>- <b>Critères exclusion :</b> autres pathologies de genou</li> </ul>
<b>INTERVENTION</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Type de traitement (renforcement isométrique) :</b> Renforcement musculaire isométrique via la machine Biodex Pro en positionnant le genou du patient à 60° de flexion et en programmant à 70% de la force musculaire volontaire maximale de contraction isométrique</li> <li>- <b>Nombre de séries :</b> 5 fois 45 secondes de contraction isométrique (60° de flexion et 70% de le force musculaire volontaire isométrique). 2 minutes de repos entre chaque série.</li> <li>- <b>Nombre de séances :</b> 1 seule séance suivie d'une période de « wash-out » de 7 jours sans traitement et ensuite les participants réalisent l'autre traitement</li> </ul>
<b>COMPARATEUR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Type de traitement :</b> Renforcement musculaire isotonique via la machine de musculation d'extension de jambe (« leg extension machine »)</li> <li>- <b>Nombre de séries :</b> 4 séries de 8 répétitions à 100% de la 8RM avec 2 minutes de repos entre chaque série</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b><u>Nombre de séances</u></b> : 1 seule séance suivie d'une période de « wash-out » de 7 jours sans traitement et ensuite les participants réalisent l'autre traitement</li> </ul>
<p><b>RESULTATS ET METHODES D'EVALUATION DES CRITÈRES</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b><u>Critère de jugement principal</u></b> : La douleur qui est évaluée via l'échelle numérique ou Numeric Pain rating Scale (NPRS)</li> <li>- <b><u>Critère de jugement secondaire</u></b> : La force maximale volontaire isométrique MVIC</li> <li>- <b><u>Relevé des mesures</u></b> : Pré traitement/ Post traitement immédiatement/ 45 minutes après le traitement</li> </ul>



- **Étude numéro 2 : Holden et al [64]**

<b>Isometric exercise and pain in patellar tendinopathy : A randomized crossover trial</b>	
<i>Sinéad Holden, Kristian Lyng, Thomas Graven-Nielsen, Henrik Riel, Jens Lykkegaard Olesen, Lars Henrik Larsen, Michael Skovdal Rathleff</i>	
<b>ETUDE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Type d'étude :</b> essai clinique randomisé en cross-over</li> <li>- <b>Date :</b> 21 Septembre 2019</li> <li>- <b>Période de suivi :</b> Une semaine : une session unique d'exercices musculaires isométrique ou isotonique puis une période de sevrage ou « wash-out » de 7 jours et les deux groupes inverse le traitement (donc le type de renforcement)</li> </ul>
<b>POPULATION</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Pathologie étudiée :</b> Patient souffrant de tendinopathies patellaires recruté dans l'université de Aalborg North Denmark</li> <li>- <b>Durée :</b> En moyenne 24 mois de pathologie (10 à 84 mois)</li> <li>- <b>Age :</b> 18 à 40 ans</li> <li>- <b>Age moyen :</b></li> <li>- <b>Taille des échantillons :</b> 21 Pour le groupe qui fait du renforcement isométrique <b>n=9</b> (avec un patient perdu de vue à cause de raison familiale). Pour le groupe qui fait du renforcement isotonique (ou dynamique) <b>n=11</b>.</li> <li>- <b>Sex ratio :</b> 41% de femmes</li> <li>- <b>Critères inclusion :</b> Patient entre 18 et 40 ans souffrant de tendinopathies patellaires diagnostiqué par un kinésithérapeute et un rhumatologue expérimenté et confirmé à l'échographie (genou à 60° de flexion). IL faut que le patient ait une douleur au pôle inférieur de la patella à la palpation et au squat sur une jambe descendant (SLDS). Enfin, la douleur lors de la semaine qui précède l'étude soit de 3/10 minimum sur l'échelle numérique NPRS.</li> <li>- <b>Critères exclusion :</b> Toutes les autres pathologies de genou, ou les patients ayant eu recours à la chirurgie du tendon patellaire ou de genou, et les patients ayant eu recours à des injections de corticostéroïde dans les 6 mois qui précèdent l'étude.</li> </ul>
<b>INTERVENTION</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Type de traitement (renforcement isométrique) :</b> Renforcement musculaire isométrique via la machine Biodex Pro en positionnant le genou du patient à 60° de flexion et en programmant à 70% de la force musculaire volontaire de contraction isométrique</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b><u>Nombre de séries</u></b> : 5 fois 45 secondes de contraction isométrique (60° de flexion et 70% de la force musculaire volontaire isométrique). 2 minutes de repos entre chaque série.</li> <li>- <b><u>Nombre de séances</u></b> : Une seule séance de renforcement isométrique suivi d'une période de « wash-out » de 7 jours sans traitement et ensuite les participants réalisent l'autre traitement.</li> </ul>
<b>COMPARATEUR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b><u>Type de traitement</u></b> : Renforcement musculaire isotonique via la machine de musculation d'extension de jambe (« leg extension machine »)</li> <li>- <b><u>Nombre de séries</u></b> : 4 séries de 8 répétitions à 100% de la 8RM avec 2 minutes de repos entre chaque série</li> <li>- <b><u>Nombre de séances</u></b> : Une seule séance de renforcement isométrique suivi d'une période de « wash-out » de 7 jours sans traitement et ensuite les participants réalisent l'autre traitement.</li> </ul>
<b>RESULTATS ET METHODES D'EVALUATION DES CRITÈRES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b><u>Critère de jugement principal</u></b> : La douleur qui est évaluée via l'échelle numérique ou Numeric Pain rating Scale (NPRS)</li> <li>- <b><u>Critère de jugement secondaire</u></b> : Seuil de pression à la douleur (Pressure Pain Threshold)</li> <li>- <b><u>Relevé des mesures</u></b> : Pré traitement/ Post traitement immédiatement/ 45 minutes après le traitement</li> </ul>

- Étude numéro 3 :Rio et al[30]

## Isometric Contractions Are More Analgesic Than Isotonic Contractions for Patellar Tendon Pain : An In-Season Randomized Clinical Trial

*Ebonie Rio, BAsC, BA Phys (Hons), PhD, MSp(Phys), \*†¶ Mathijs van Ark, PhD, MSc, Sean Docking, PhD, BHSc(Hons), G. Lorimer Moseley, BAsC (Phy)(Hons), PhD, FACP, Dawson Kidgell, PhD, Jamie E. Gaida, PhD, \*k Inge van den Akker-Scheek, PhD, Johannes Zwerver, MD, PhD, and Jill Cook, PhD*

<b>ETUDE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Type d'étude :</b> essai clinique randomisé en groupe parallèle</li> <li>- <b>Date :</b> 3 mai 2017</li> <li>- <b>Période de suivi :</b> 4 semaines</li> </ul>
<b>POPULATION</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Pathologie étudiée :</b> Patient sportif (volleyball ou basket Ball) avec tendinopathie patellaire</li> <li>- <b>Durée :</b> Non spécifiée</li> <li>- <b>Age :</b> Personne âgé de plus de 16 ans</li> <li>- <b>Age moyen :</b> Non spécifié</li> <li>- <b>Taille des échantillons :</b> n=10 pour le groupe renforcement isométrique et n=10 pour le groupe renforcement isotonique</li> <li>- <b>Sex ratio :</b> Non spécifié</li> <li>- <b>Critères inclusion :</b> La tendinopathie patellaire est diagnostiquée par une douleur au pôle inférieur de la patella durant les activités sportives et durant le test du squat sur une jambe descendant (SLDS). Le diagnostic est confirmé à l'échographie.</li> <li>- <b>Critères exclusion :</b> Les autres pathologies de genou, une rupture du tendon patellaire et le recours à la chirurgie du tendon patellaire pour le traitement de cette rupture, des troubles inflammatoires ou métabolique, du diabète, une hypercholestérolémie ou fibromyalgie (dans la famille du patient), et enfin des injections de fluoroquinones ou corticostéroïdes dans les 12mois qui précèdent l'étude.</li> </ul>
<b>INTERVENTION</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Type de traitement (renforcement isométrique) :</b> Renforcement musculaire isométrique via la machine d'extension de genou (« leg extension machine ») en positionnant le genou du patient à 60° de flexion et en programmant à 80% de la force musculaire volontaire maximale de contraction isométrique</li> <li>- <b>Nombre de séries :</b> 5 fois 45 secondes de contraction isométrique (60° de flexion et 80% de le force musculaire volontaire maximale isométrique). 1 minute de repos entre chaque série.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Nombre de séances</b> : 4 séances par semaine pendant 4 semaines soit 16 séances au total</li> </ul>
<b>COMPARATEUR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Type de traitement</b> : Renforcement musculaire isotonique via la machine de musculation d'extension de jambe dans une plage articulaire entre 10° et 90° de flexion de genou (« leg extension machine »)</li> <li>- <b>Nombre de séries</b> : 4 séries de 8 répétitions à 80% de la 8RM entre 10° et 90° de flexion de genou (chaque semaine si le patient le souhaite et se sent capable il peut augmenter le poids de 2,5% sur la machine d'extension de jambe). 1 minute de repos entre chaque série.</li> <li>- <b>Nombre de séances</b> : 4 séances par semaine pendant 4 semaines soit 16 séances au total</li> </ul>
<b>RESULTATS ET METHODES D'EVALUATION DES CRITÈRES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Critère de jugement principal</b> : La douleur qui est évaluée via l'échelle numérique ou Numeric Pain rating Scale (NPRS)</li> <li>- <b>Critère de jugement secondaire</b> : Le degré de sévérité de la tendinopathie patellaire via le score VISA-P</li> <li>- <b>Relevé des mesures</b> : Pour la douleur les mesures sont relevées après chaque séance via l'échelle numérique (NPRS) en réalisant un SLDS (mais seul la moyenne des résultats après 4 semaines est fournie), pour le score VISA-P les patients remplissent un questionnaire au début de l'étude puis 4 semaines plus tard.</li> </ul>

- **Étude numéro 4 : Van Ark et al**[65]

## Do isometric and isotonic exercise programs reduce pain in athletes with patellar tendinopathy in-season? A randomised clinical trial

Mathijs van Ark Jill Cook Sean I. Docking Johannes Zwerver James E. Gaida Inge van den Akker-Scheek Ebonie Rio

<b>ETUDE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b><u>Type d'étude</u></b> : Essai clinique randomisé en groupe parallèle</li> <li>- <b><u>Date</u></b> : 27 novembre 2015</li> <li>- <b><u>Période de suivi</u></b> : 4 semaines</li> </ul>
<b>POPULATION</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b><u>Pathologie étudiée</u></b> : Patient sportif (volleyball ou basket Ball) avec tendinopathie patellaire</li> <li>- <b><u>Durée</u></b> : en moyenne 35,8 mois</li> <li>- <b><u>Age</u></b> : De 16 à 32 ans</li> <li>- <b><u>Age moyen</u></b> : 23 Ans +/- 4,7</li> <li>- <b><u>Taille des échantillons</u></b> : On compte 29 participants au moment de la randomisation. Après randomisation pour le groupe isométrique n=13 et le groupe isotonique n=16. En revanche au moment de l'analyse plusieurs sujets ont quitté l'étude : groupe isométrique n=8 et pour le groupe isotonique n=11.</li> <li>- <b><u>Sex ratio</u></b> : 27 hommes pour 2 femmes</li> <li>- <b><u>Critères inclusion</u></b> : Sportif qui pratique le volleyball ou le basketball minimum 3 fois par semaine. Diagnostique de la tendinopathie patellaire réalisé par un kinésithérapeute expérimenté, ainsi qu'une douleur au pôle inférieur de la patella à l'examen clinique (SLDS) ainsi que durant la pratique d'activité sportives.</li> <li>- <b><u>Critères exclusion</u></b> : Existence d'une autre pathologie de genou, une ancienne rupture du tendon patellaire, un recours à la chirurgie sur le tendon patellaire, des troubles inflammatoires ou métabolique, du diabète, une hypercholestérolémie ou fibromyalgie (dans la famille du patient), et enfin des injections de fluoroquinones ou corticostéroïdes dans les 12mois qui précèdent l'étude.</li> </ul>
<b>INTERVENTION</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b><u>Type de traitement (renforcement isométrique)</u></b> : Renforcement musculaire isométrique via la machine d'extension de genou (« leg extension machine ») en positionnant le genou du patient à 60° de flexion et en programmant à 80% de la force musculaire volontaire maximale de contraction isométrique</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b><u>Nombre de séries :</u></b> 5 fois 45 secondes de contraction isométrique (60° de flexion et 80% de la force musculaire volontaire maximale isométrique). 1 minute de repos entre chaque série.</li> <li>- <b><u>Nombre de séances :</u></b> 4 séances par semaine pendant 4 semaines soit 16 séances au total</li> </ul>
<b>COMPARATEUR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b><u>Type de traitement :</u></b> Renforcement musculaire isotonique via la machine de musculation d'extension de jambe dans une plage articulaire entre 10° et 90° de flexion de genou (« leg extension machine »)</li> <li>- <b><u>Nombre de séries :</u></b> 4 séries de 8 répétitions à 80% de la 8RM entre 10° et 90° de flexion de genou (chaque semaine si le patient le souhaite et se sent capable il peut augmenter le poids de 2,5% sur la machine d'extension de jambe). 1 minute de repos entre chaque série.</li> <li>- <b><u>Nombre de séances :</u></b> 4 séances par semaine pendant 4 semaines soit 16 séances au total</li> </ul>
<b>RESULTATS ET METHODES D'EVALUATION DES CRITÈRES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b><u>Critère de jugement principal :</u></b> La douleur qui est évaluée via l'échelle numérique ou Numeric Pain rating Scale (NPRS)</li> <li>- <b><u>Critère de jugement secondaire :</u></b> Le degré de sévérité de la tendinopathie patellaire via le score VISA-P</li> <li>- <b><u>Relevé des mesures :</u></b> Pour la douleur les mesures sont relevées après chaque séance via l'échelle numérique (NPRS) en réalisant un SLDS (mais seul la moyenne des résultats après 4 semaines est fournie), pour le score VISA-P les patients remplissent un questionnaire au début de l'étude puis 4 semaines plus tard.</li> </ul>

### Annexe 3 : Grille AMSTAR 2 remplie pour l'évaluation des de la revue systématique.

1 / Les questions de recherche et les critères d'inclusion de la revue comprenaient-ils les éléments de PICO ?

OUI

2 / Le rapport de la revue contenait-il un énoncé explicite selon lequel les méthodes de la revue ont été établies avant sa réalisation, et le rapport justifiait-il tout écart important par rapport au protocole ?

NON

3 / Les auteurs de la revue ont-ils expliqué leur choix des modèles d'étude inclus dans la revue ?

OUI

4/ Les auteurs de la revue ont-ils eu recours à une stratégie exhaustive pour leur recherche de littérature ?

OUI PARTIEL

5/Les auteurs de la revue ont-ils réalisé la sélection des études en double ?

NON

6 / Les auteurs de la revue ont-ils effectué la récupération des données en double ?

NON

7/ Les auteurs de la revue ont-ils fourni une liste des études exclues et une justification de leur exclusion ?

OUI

8 / Les auteurs de la revue ont-ils décrit suffisamment en détail les études incluses ?

OUI

9 / Les auteurs de la revue ont-ils employé une technique satisfaisante pour évaluer le risque de biais des études individuelles incluses dans la revue ?

OUI

10 / Les auteurs de la revue ont-ils mentionné les sources de financement des études incluses ?

NON

11 / Si une méta-analyse a été effectuée, les auteurs de la revue ont-ils utilisé des méthodes appropriées pour réaliser une combinaison statistique des résultats ?

NON

12 / Si une méta-analyse a été effectuée, les auteurs de la revue ont-ils évalué les effets potentiels du risque de biais des études individuelles sur les résultats de la méta-analyse ou d'autres synthèses des données probantes ?

NON

13 / Les auteurs de la revue ont-ils tenu compte du risque de biais dans les études primaires au moment d'interpréter ou de discuter des résultats de la revue ?

OUI

14 / Les auteurs de la revue ont-ils expliqué et analysé de façon satisfaisante toute hétérogénéité observée dans les résultats de la revue ?

OUI PARTIEL

15 / S'ils ont réalisé une synthèse quantitative, les auteurs de la revue ont-ils effectué un examen adéquat du biais de publication (biais résultant de la petite taille des études) et abordé ses effets probables sur les résultats de la revue ?

NON

16 / Les auteurs de la revue ont-ils déclaré toutes les sources potentielles de conflits d'intérêts, y compris le financement reçu pour réaliser la revue ?

OUI

## **Résumé**

**Introduction :** Divers facteurs sont à l'origine d'une tendinopathie. La tendinopathie patellaire est une affection intimement liée aux sports où les athlètes effectuent des sauts à répétition. Le traitement conservateur est envisagé en première intention et le renforcement musculaire est une option thérapeutique non négligeable. Le renforcement musculaire isométrique est une piste d'analgésie active à explorer.

**Objectif :** Évaluer l'effet du renforcement isométrique dans la prise en charge de la douleur provoquée par les tendinopathies patellaires.

**Méthode :** Pubmed, PEDro, ScienceDirect et GoogleScholar ont été investigués entre novembre 2019 et mars 2020. Au final, 4 essais cliniques randomisés sont inclus dans la synthèse qualitative de cette revue. Le critère de jugement principal est la douleur et les critères secondaires sont le seuil de douleur à la pression et le degré de sévérité de la maladie.

**Résultats :** Le renforcement isométrique démontre une efficacité significative dans la réduction de la douleur des athlètes durant leurs saison à court terme. Les 2 types de renforcement isométrique et isotonique semblent efficaces pour réduire la douleur des athlètes en pleine saison sportive. Les exercices isométriques n'ont pas montré de différence significative pour les critères secondaires mis à part une étude sur le degré de sévérité de la tendinopathie.

**Conclusion :** Le renforcement isométrique semble efficace dans la prise en charge de la douleur à court terme chez les athlètes souffrant de tendinopathies patellaires. Cependant, des études incluant des effectifs plus larges sont nécessaires pour affirmer cette hypothèse.

**Mots clefs :** *Tendinopathie patellaire, douleur, renforcement isométrique*

## **Abstract**

**Background :** Various factors are at the origin of a tendinopathy. Patellar tendinopathy is a disease closely related to the sports where athletes perform repetitive jumps. Conservative treatment is considered as a primary treatment and muscle strengthening is a significant treatment option. Isometric muscle strengthening is an active analgesic option to be investigated.

**Objective :** To evaluate the effect of isometric strengthening in the management of pain caused by patellar tendinopathy.

**Method :** Pubmed, PEDro, ScienceDirect and GoogleScholar were investigated between November 2019 and March 2020. Eventually, 4 randomized clinical trials are included in the qualitative synthesis of this review. The primary outcome measure is pain and the secondary outcomes are the threshold of pain at pressure and the degree of severity of the disease.

**Results :** Isometric strengthening has been shown to be significantly effective in reducing the pain of athletes during their short term seasons. Both types of isometric and isotonic strengthening appear to be effective in reducing athletes' pain in the middle of the sports season. Isometric exercise did not show a significant difference for the secondary criteria

**Conclusion :** Isometric strengthening appears to be effective in the management of short-term pain in athletes with patellar tendinopathies. However, studies with larger numbers are needed to confirm this hypothesis.

**Keywords :** *Patellar tendinopathy, pain, isometric exercise, isometric strengthening*