



HAL
open science

Étude des facteurs de risque anthropométriques et biomécaniques de la tendinopathie patellaire chez le volleyeur

Selva Giordano

► **To cite this version:**

Selva Giordano. Étude des facteurs de risque anthropométriques et biomécaniques de la tendinopathie patellaire chez le volleyeur. Médecine humaine et pathologie. 2022. dumas-03963400

HAL Id: dumas-03963400

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03963400v1>

Submitted on 30 Jan 2023

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

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

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

**ETUDE DES FACTEURS DE RISQUE
ANTHROPOMETRIQUES ET BIOMECANIQUES
DE LA TENDINOPATHIE PATELLAIRE CHEZ
LE VOLLEYEUR**

GIORDANO Selva

Directeur de mémoire : M. MENAHEM

REMERCIEMENTS

Je remercie en tout premier lieu mes parents et Marcel, pour m'avoir soutenue durant ces cinq années d'études, ainsi que mes amis les plus chers, Nathalie, Adrien et tous les autres.

Un grand merci aux professeurs de l'IFMK pour leurs conseils avisés et le temps qu'ils nous ont consacré, de même qu'aux personnes que j'ai eu l'occasion de côtoyer en stage qui m'ont apporté tant de connaissances sur le plan humain et professionnel.

Merci également à Stephan Menahem, mon directeur de mémoire.

LISTE DES ABREVIATIONS

ABD : abduction/abducteurs

Angle Q : angle du quadriceps

ATT : angle de torsion tibiale

BIT : bandelette ilio-tibiale

FD : flexion dorsale

FPPA : frontal plane projection angle (angle de projection du plan frontal du genou)

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

IC : intervalle de confiance

IJ : ischio-jambiers

ILMI : inégalité de longueur des membres inférieurs

IMC : Indice de Masse Corporelle

IRM : Imagerie par Résonance Magnétique

LCA : ligament croisé antérieur

LRVGRF : loading rate vertical ground reaction force (pic de force de réaction verticale au sol)

NOS : Newcastle Ottawa Scale

OB : Ober's test

OR : Odd's ratio

p : p-value

PR : prevalence ratios

RE : rotation externe/rotateurs externes

RI : rotation interne/rotateurs internes

RLHT : Royal London Hospital Test

ROC : receiver operating characteristics (courbe sensibilité/spécificité)

RR : risque relatif

RTH : ratio taille-hanches (WHR en anglais pour Waist-Hip Ratio)

SART : Sit And Reach Test

SD : standard-deviation (écart-type)

SFA : shank forefoot alignment (alignement/position de de l'avant-pied)

SHRT : standing heel-rise test

SLDST : single-leg-decline squat test

TP : tendinopathie patellaire

VB : volleyball

VGRF : vertical ground reaction force (force de réaction verticale au sol)

TABLE DES MATIERES

1. Introduction	1
1.1. Généralités	1
1.1.1. Contexte et épidémiologie	1
1.2. Le tendon patellaire.....	2
1.2.1. Anatomie	2
1.2.2. Biomécanique	4
1.3. La tendinopathie patellaire.....	6
1.3.1. Définition et physiopathologie	6
1.3.2. Symptomatologie et diagnostic.....	7
1.3.3. Evolution.....	10
1.3.4. Facteurs de risque et étiologie	11
1.3.5. Traitement et recommandations.....	11
1.4. Description des facteurs de risque évalués	12
1.4.1. Facteurs anthropométriques.....	12
1.4.2. Facteurs biomécaniques.....	13
1.5. Importance de cette revue de littérature.....	14
1.5.1. Pour les patients et leur entourage	15
1.5.2. Pour la profession	15
1.6. Objectifs de la revue de littérature (modèle PICO)	16
2. Méthode.....	17
2.1. Critères d'éligibilité de cette revue	17
2.1.1. Types d'études	17
2.1.2. Population	19
2.1.3. Nature des facteurs étiologiques/expositions.....	19
2.1.4. Critère de jugement	19
2.2. Méthodologie de recherche des études.....	19
2.2.1. Sources documentaires investiguées.....	19
2.2.2. Equation de recherche	20
2.3. Extraction et analyse des données.....	20
2.3.1. Sélection des études	20
2.3.2. Extraction des données	21
2.3.3. Evaluation de la qualité méthodologique des études sélectionnées.....	22
2.3.4. Méthode de synthèse des résultats	22
3. Résultats.....	25

3.1.	Description des études.....	25
3.1.1.	Diagramme de flux.....	25
3.1.2.	Etudes exclues	26
3.1.3.	Etudes incluses.....	27
3.2.	Risques de biais des études incluses : analyse qualitative	35
3.2.1.	Biais liés à la qualité méthodologique de l'étude	35
3.2.2.	Synthèse des biais trouvés	35
3.3.	Résultats et effets des facteurs étudiés sur le critère de jugement.....	37
3.3.1.	Critère de jugement principal.....	37
3.3.2.	Facteurs de risque étudiés	37
4.	Discussion.....	42
4.1.	Analyse de principaux résultats	42
4.1.1.	Facteurs anthropométriques.....	43
4.1.2.	Facteurs biomécaniques.....	47
4.2.	Applicabilité des résultats en pratique clinique	54
4.2.1.	De la population étudiée au patient	54
4.2.2.	En contexte de soin kinésithérapique : exposition et prévention	55
4.2.3.	Critère de jugement	55
4.3.	Qualité des preuves	56
4.4.	Biais potentiels et limites de la revue	59
5.	Conclusion.....	60
5.1.	Implication pour la pratique clinique en masso-kinésithérapie	60
5.2.	Implication pour la recherche	60
6.	Bibliographie	61

1. Introduction

1.1. Généralités

1.1.1. Contexte et épidémiologie

D'après l'INSEP, en France, le volleyball est le troisième sport collectif le plus pratiqué après le football et le basketball, avec environ un million de pratiquants. Il est suivi de près par le rugby et le handball. Les hommes et les femmes pratiquent ce sport en part à peu près égale [1].

A haut niveau, la surutilisation articulaire est à l'origine de 90 % des blessures de l'épaule et de 88 % des blessures du genou, tandis que 97 % des blessures aux doigts et 86 % des blessures à la cheville sont des blessures aiguës, dues à un traumatisme [2].

D'après la figure 1, en une saison de jeu, 17% environ des blessures sont localisées au genou [3].

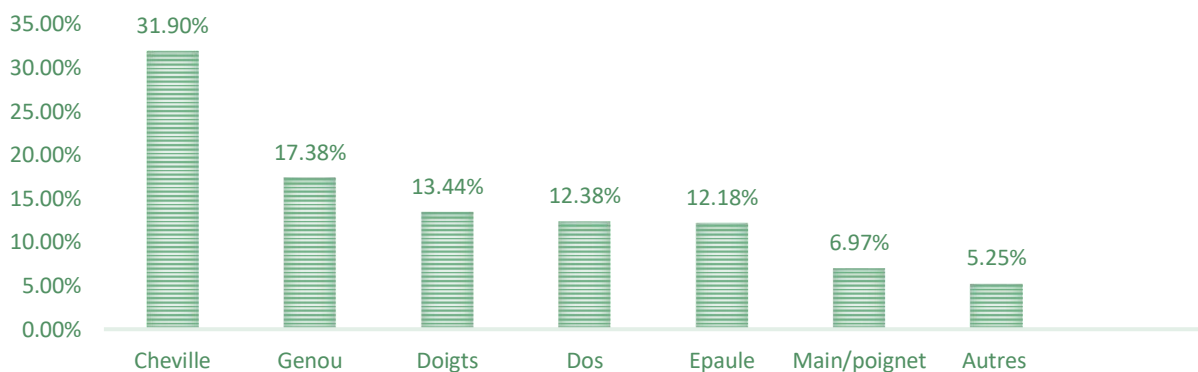


Figure 1. Répartition corporelle des blessures chez le volleyeur professionnel [3]

Parmi ces blessures au genou, la tendinopathie patellaire arrive au premier rang, suivie de l'entorse du ligament croisé antérieur (LCA).

La prévalence de la tendinopathie patellaire (TP) est élevée dans des sports sollicitant particulièrement l'appareil extenseur que ce soit en force ou en vitesse [4], souvent avec des sauts répétés, tels que, entre autres, le volleyball, le basketball, le handball ou l'athlétisme.

Le volleyball occupe la première place en ce qui concerne les données épidémiologiques :

- Chez les volleyeurs non professionnels (pratique régulière de loisir), la prévalence de la tendinopathie patellaire est d'environ 14,4% [5].
- Chez les volleyeurs professionnels (pratique de haut niveau), plus de 44% des individus présenteraient des signes de tendinopathie patellaire [4].

Les données épidémiologiques disponibles dans la littérature nous indiquent également que cette pathologie touche quasiment deux fois plus d'hommes que de femmes [6].

1.2. Le tendon patellaire

1.2.1. Anatomie

L'appellation commune de « tendon patellaire » peut être sujette à controverse [7][8] :

Anatomiquement, la structure dont il est question relie en effet bel et bien deux points osseux, ce qui est une des caractéristiques premières d'un ligament.

Néanmoins, si on l'étudie d'un point de vue **histologique**, cette structure semble très différente de celle d'un ligament, notamment au niveau de l'organisation collagénique dont nous parlerons ensuite [9][10]. En effet, en comparaison au tendon d'Achille, on observe une morphologie, une certaine organisation cellulaire ainsi que des caractéristiques fonctionnelles similaires [8].

Si on se place plutôt d'un point de vue **biomécanique**, la structure possède un rôle similaire à celui des tendons, puisque, comme nous allons le voir ultérieurement, elle est indispensable au bon fonctionnement de l'appareil extenseur et vient ainsi compléter le rôle du quadriceps et de son tendon [11].

En résumé et au vu des données dont nous disposons : dans cette revue, puisque nous allons nous centrer principalement sur ce rôle fonctionnel, nous utiliserons le terme de **tendon patellaire/rotulien**.

Il existe des différences structurelles et histologiques entre les tendons quadricipital et patellaire, bien que très proches anatomiquement (ne formant qu'une seule et même entité au stade embryologique lorsque la patella n'est pas encore formée [12]).

Le **tendon patellaire** comporte une structure relativement linéaire, composée de deux couches : une profonde et une superficielle, fonctionnant en parallèle, sans attaches musculaires directes comme c'est le cas pour la partie proximale du tendon quadricipital [13]. En effet, ce dernier est une structure plus complexe et variable, issue de quatre chefs musculaires distincts : le droit fémoral, les vastes intermédiaire, médial et latéral [14].

Le tendon patellaire relie donc deux os (composition et structure similaire) entre eux [12] :

- Sa **couche superficielle** est une continuation des fibres tendineuses du chef droit fémoral du quadriceps [14]. On aperçoit bien cette couche sur la figure 1, qui forme comme un « voile » sur la face antérieure de la patella [15].
- Sa **couche profonde** prend ses insertions d'origine au-dessus de l'apex de la patella, face antérieure et rebords interne et externe de celle-ci. Il en recouvre les 2/3 inférieurs [16].

Les fibres de la couche profonde et celles de la couche superficielle se rejoignent pour se confondre anatomiquement, et vont ensuite se terminer au niveau de la face antérieure de la tubérosité tibiale [17], à la partie supérieure du tibia.

L'insertion proximale du tendon patellaire (notamment les insertions proximales des fibres de sa couche profonde) est légèrement excentrée par rapport au milieu de la patella, puisque plus de la moitié de sa largeur est plutôt située dans la partie latérale de l'apex [18].

Au site de fixation du tendon sur l'os, il existe une **enthèse** fibrocartilagineuse. Celle-ci doit être considérée comme une « transition mécanique » et est composée de quatre zones tissulaires subissant un changement de composition progressif (du milieu du tendon vers la périphérie) [19] :

- Tissu conjonctif fibreux dense = tendon
- Fibrocartilage non calcifié
- Cartilage calcifié/minéralisé
- Os

On observe donc une calcification progressive du tendon vers l'os.

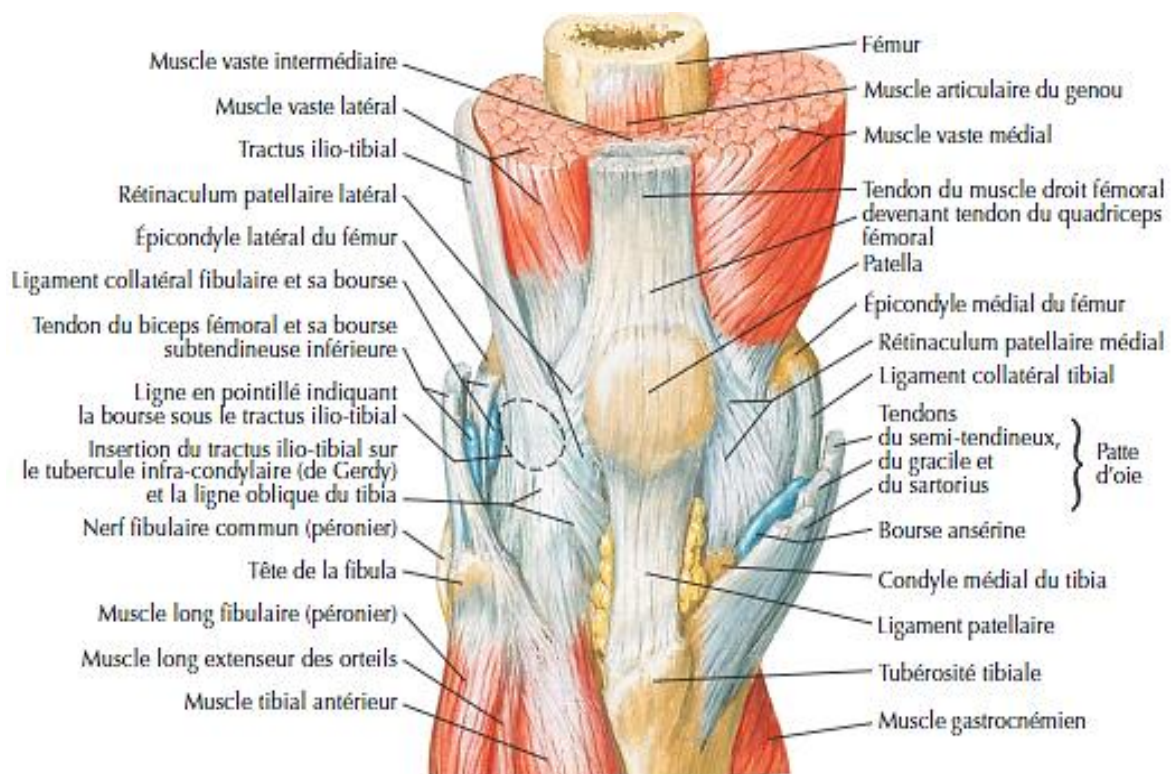


Figure 2. Vue antérieure anatomique du genou droit en extension [15]

En-dessous du tendon, entre les condyles fémoraux et la patella, on retrouve un petit coussinet adipeux, dénommé « coussinet adipeux de Hoffa » ou encore « fat pad ». Il assure un rôle d'absorption des chocs ce qui permet la protection des structures avoisinantes [17].

Concernant sa composition, le tendon patellaire est composé de [20] :

- **Collagène** : 30% du tendon (60–85 % du poids sec du tendon) [21][20] de type 1 à 90%. Ces fibres protéiques structurales sont réparties de manière homogène dans tout le tendon [22] et organisées de façon parallèle et longitudinale [12], fournissant ainsi une bonne résistance à la traction.
- **Elastine** : 2% environ

- **Matrice extra-cellulaire** : majoritairement **d'eau** (60 à 70% du poids du tendon) et cellules : de **glycosaminoglycanes** (protéines non fibreuses les plus abondantes (1 à 5% du poids sec du tendon)) [22], **protéoglycanes, glycoprotéines,**
- **Ténocytes** : cellules propres du tendon

STRUCTURE	MESURE	PLAN / SITE	TYPE DE SUJET	MOYENNE ± ÉCART-TYPE
Ligament patellaire	Longueur (mm)	N/A	Symptomatique ou non**	53 ± 6
	Épaisseur(mm)	Portion proximale du ligament	Asymptomatique	3,8 ± 1,1
			Symptomatique	6,2 ± 2,2
		Point milieu du ligament	Symptomatique ou non**	4,0 ± 0,6
		Largeur (mm)	Portion proximale du ligament	Symptomatique ou non**
	Point milieu du ligament		Asymptomatique	36 ± 3
		Symptomatique	37 ± 6	
	Aire de section transversale (cm2)	Portion proximale du ligament	Asymptomatique	99 ± 29
			Symptomatique	161 ± 60
		Point milieu du ligament	Asymptomatique	108 ± 20
			Symptomatique	120 ± 19

** Symptomatique ou non : Lorsque la différence entre les sujets symptomatiques et asymptomatiques n'était pas statistiquement significative ($p > 0,05$), la mesure dans ce tableau correspond à la moyenne des mesures pour chaque type de sujet.

Figure 3. Valeurs normatives du ligament patellaire dans la littérature [7]

Chez un adulte, le tendon rotulien mesure de 2,5 à 4 cm de large, de 4 à 6 cm de long et de 5 à 7 mm d'épaisseur [13]. Le tableau de la figure 3 nous est utile puisqu'il nous permet de relever des différences significatives allant dans la sens d'un **épaississement** du tendon dans ses différentes composantes lorsqu'il est symptomatique d'une pathologie tendineuse patellaire (cases vertes).

La **vascularisation** tendineuse est relativement pauvre : en effet, la zone occupée par les vaisseaux représente seulement 1 à 2% de l'ensemble de la matrice extracellulaire [20], ce qui en fait un tissu plus difficile à cicatriser que le tissu musculaire par exemple, qui lui est très vascularisé.

1.2.2. Biomécanique

Nous savons que les propriétés mécaniques des tendons dépendent des structures qui les entourent. Le tendon quadricipital par exemple, sera doté d'une plus grande rigidité (moins d'extensibilité) dans la région la plus proche de l'os. Inversement, les régions musculo-tendineuses seront plus extensibles (moins rigides) à l'image du tissu musculaire [11].

Le principal rôle d'un tendon est de **transférer la force générée par les muscles au squelette** et ainsi produire un mouvement. Certains tendons jouent un rôle supplémentaire en agissant comme des réserves d'énergie [20]. Chez l'humain, le tendon patellaire et le tendon d'Achille agissent comme tels. Afin de stocker et de restituer efficacement l'énergie, ces structures nécessitent des propriétés mécaniques spécifiques, notamment une certaine extensibilité, une élasticité et une résistance à la fatigue accrues. Ces propriétés sont conférées par une composition et une structure matricielle spécifiques, ciblant différents niveaux de l'organisation des fibres tendineuses [20].

Le tendon patellaire fait partie intégrante de l'**appareil extenseur**. Celui-ci se compose du groupe musculaire quadriceps et de son tendon, de la patella, du tendon patellaire, de la tubérosité tibiale antérieure et du rétinaculum patellaire [23]. En effet, sa participation au mécanisme extenseur du genou fait de lui un élément primordial de ce complexe articulaire. Sans lui, le quadriceps ne pourrait accomplir correctement ses fonctions... **mais quelles sont-elles justement ?**

- Après un saut, lors de la **réception** (ou bien lors de la course) le genou se fléchit pour absorber l'impact. Simultanément, le muscle quadriceps se contracte de manière **excentrique** pour amortir l'appui, contrôler la flexion du genou et ainsi éviter la chute qu'entraînerait une flexion trop importante. Le tendon patellaire va alors transmettre les forces du quadriceps à tout le membre inférieur [11].
- Il en est de même lors de la phase de **propulsion** du saut (ou lors de la propulsion du pas lors de la course) en chaîne cinétique fermée le plus souvent (dans le cas du saut), durant laquelle le quadriceps va fournir un travail concentrique en extension du genou, avec une énergie qui sera toujours transmise par le biais du tendon patellaire et des structures qui lui sont associées.

On confère également aux tendons un rôle **proprioceptif** [24] : ils sont indispensables dans la régulation de la contraction musculaire, grâce aux mécanorécepteurs qu'ils comportent. Les organes tendineux de Golgi, entre autres, sont très sensibles à la tension sur le tendon et se montrent aussi sensibles à l'étirement. Ces nombreux récepteurs permettent ainsi de recueillir, par le biais du tendon, beaucoup d'informations sur la position articulaire et musculaire et ainsi de **coordonner l'activité musculaire**.

La **fonction biomécanique** principale de la **patella** est d'améliorer l'efficacité du quadriceps en augmentant le bras de levier de l'appareil extenseur, agissant ainsi comme une poulie [23].

Le quadriceps et le tendon quadricipital possèdent un axe oblique en dedans et en bas (parallèle au fémur qui est en valgus physiologique) alors que celui du tendon patellaire est oblique vers le bas et le dehors (parallèle au tibia).

Ces deux axes forment l'**angle Q** (norme chez l'homme : 8 à 15° et chez la femme : 12 à 19° car le valgus physiologique est plus important) et la force qui en résulte est subluxante vers le dehors pour la patella [23].

Comme celle-ci est imbriquée et plaquée contre la trochlée fémorale qui plus est lors des mouvements de flexion, cela empêche la luxation lors de la contraction du quadriceps. En effet, lors de la flexion de genou, l'alignement en flexion du système extenseur est permis d'une part par la force qui comprime la rotule (force de plaquage) ainsi que par la rotation interne tibiale automatique qui déporte la tubérosité tibiale antérieure vers l'intérieur, ce qui va entraîner une **diminution de l'angle Q**.

Au plus l'angle Q est grand (rotation externe du tibia ou interne du fémur (voir flèches de rotations de la figure 4), au plus les contraintes sur l'appareil extenseur seront importantes [23]. Cette mesure peut constituer à la fois un facteur anthropométrique inchangeable (associé au valgus « vrai » du genou), en statique, genou en extension (debout), mais aussi un facteur biomécanique lorsqu'il est étudié en dynamique comme lors de la réception d'un saut ou lors d'un SLDST. Il est alors associé au valgus dynamique du genou.

L'angle de torsion tibiale normal va de 0 à 15°. Un ATT inférieur à 0° marque une torsion tibiale interne excessive (réduction de l'angle Q), tandis qu'une torsion tibiale externe excessive est marquée par un ATT supérieur à 15° (angle Q augmenté) [25][26].

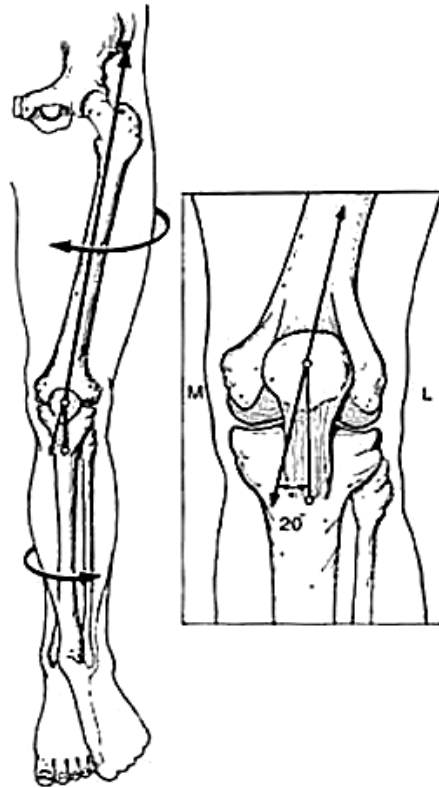


Figure 4. L'angle Q, facteur représentatif de la contrainte subie par l'articulation du genou [23]

1.3. La tendinopathie patellaire

1.3.1. Définition et physiopathologie

Pour certains, le terme « **tendinopathie** » est utilisé couramment afin de désigner toutes les lésions tendineuses (tendinite, tendinose...) [27].

Pour d'autres auteurs, et c'est ce à quoi nous allons nous référer, la **tendinopathie désigne les lésions tendineuses cliniques résultant d'une surutilisation** [28][29]. Elle est à distinguer de la tendinite qui se caractérise par son aspect inflammatoire [30]. On se rapprocherait donc plutôt du terme de tendinose (dégénérescence) que de tendinite (inflammation) [31] puisqu'il a été démontré qu'il n'y avait pas de processus inflammatoire lors d'une tendinopathie, excepté au tout début de la maladie [28].

Il est important d'insister sur le caractère **dégénératif** et **chronique** de la tendinopathie patellaire, qui se définit par « une **dégénérescence du tissu tendineux**, une incapacité de ce dernier à se régénérer complètement et **l'absence de cellules inflammatoires** » [31].

L'analyse histologique du tendon pathologique montre une perte de la structure longitudinale caractéristique des fibres de collagène, la présence de « fentes » entre ces dernières comblées par

une substance mucoïde dégénérative [8], une augmentation du nombre de fibroblastes, ainsi qu'une néovascularisation [12][32]. Ces manifestations microscopiques restent tout de même très aléatoires de par leur diversité [33][34].

Bien que la perte d'intégrité du collagène ne soit pas corrélée à la douleur tendineuse [11], ce changement de structure collagénique est l'élément le plus évident en ce qui concerne la nociception. De ce fait, des tendons sans douleur peuvent parfois avoir une désorganisation structurelle suffisante pour se rompre [35].

La tendinopathie patellaire est donc une pathologie de **surutilisation** [36].

Concernant le terme « **Jumper's knee** » (genou du sauteur) qui a été introduit en 1973 par monsieur Blazina [37], il décrit à la fois la tendinopathie patellaire mais aussi la tendinopathie quadricipitale. En effet, leurs physiopathologies sont proches : elles surviennent ainsi toutes deux par sursollicitation de l'appareil extenseur, très souvent chez les athlètes qui pratiquent à des sports de saut tels que le volleyball [4].

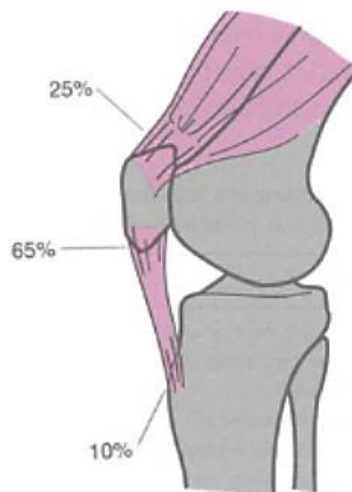


Figure 5. Répartition symptomatique du Jumper's knee [6][30]

1.3.2. Symptomatologie et diagnostic

Clinique :

La tendinopathie patellaire (figure 5) se caractérise généralement par une atteinte de l'attache proximale du tendon patellaire via une douleur ressentie au niveau de l'apex de la patella (65% des cas) [36] et une douleur en charge qui augmente avec l'extension du genou (travail concentrique du quadriceps) ou lors de la flexion freinée (travail excentrique du quadriceps), notamment dans les activités qui stockent et libèrent de l'énergie via le tendon rotulien (beaucoup de sauts et de changements de direction) [5].

Les douleurs à l'attache distale tibiale sont plus rares (10%), mais le diagnostic et le traitement restent sensiblement les mêmes [6].

Une douleur à la partie supérieure de la rotule est possible : on parlera dans ce cas de tendinopathie quadricipitale [6], un autre trouble de l'appareil extenseur (25% des cas de Jumper's knee).

Il est à noter que la symptomatologie ne relève pas systématiquement de douleur [38], mais que la présentation clinique de la TP y est presque toujours associée. Elle pourra être mise en évidence à l'aide de **trois tests cliniques** durant lesquels l'apparition ou bien l'augmentation de la douleur pourront confirmer le diagnostic de TP [39]:

- **Etirement** de l'appareil extenseur
- Test de **contraction isométrique** en extension de genou
- **Palpation profonde** de la zone pathologique (apex de la patella le plus souvent)

Un autre test permet de reproduire fidèlement les symptômes [40][41]:

Il s'agit du « **single-leg decline squat test** », entre 30 et 60° de flexion de genou [31], avec une cale d'une pente mesurant environ 25° sous le pied [6].

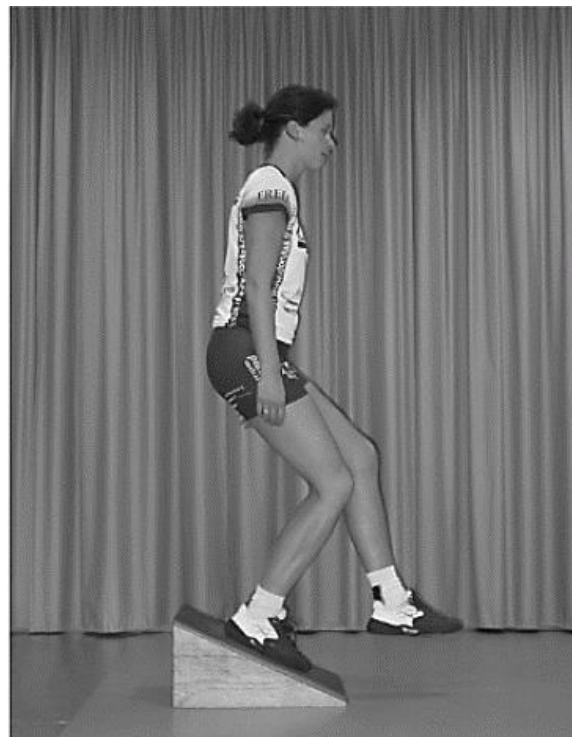


Figure 6. Single-leg decline squat test [41]

On pourra également retrouver une faiblesse du quadriceps ainsi que des tensions des ischios-jambiers et du quadriceps lors du bilan, dans les cas les plus anciens [31].

La TP peut être classée en **quatre stades selon Blazina** [37][31] (pas toujours corrélés à l'atteinte tissulaire) en fonction de la **douleur** et de l'**atteinte fonctionnelle** :

STADE 1	Douleur après l'effort qui disparaît au repos, sans répercussion sur la vie sportive
STADE 2	Douleur apparaissant pendant l'effort, disparaît après l'échauffement, puis réapparaît après l'effort
STADE 3a	Douleur permanente sans arrêt de l'activité
STADE 3b	Douleur permanente pouvant entraîner l'arrêt de l'activité, gène dans la vie quotidienne et baisse de la performance
STADE 4	Rupture du tendon patellaire [34]

Les stades 1 et 2 sont de bons pronostics.

Il peut également être utile de classer la pathologie en **trois grandes phases** en fonction de la **durée des symptômes** [39] :

PHASE AIGUE	Durée des symptômes de 0 à 6 semaines
PHASE SUB-AIGUE	Durée des symptômes de 6 à 12 semaines
PHASE DE CHRONICITE	Durée des symptômes > 3 mois

La durée des symptômes est très variable : une moyenne de 32 mois +/- 25 mois (ce qui montre la très grande variabilité dans cette pathologie) avec un **Victorian Institute of Sport Assessment Patella score** (VISA – P) de 64 +/-19 / 100 [4].

On observe donc un très fort taux de **chronicité** avec de nombreuses conséquences sur le long terme [34]. Les athlètes souffrant de cette affection présentent souvent un **impact fonctionnel important** sur leur performance sportive.

Le **VISA – P score** (annexe 5) constitue l'échelle de mesure la plus spécifique dans l'évaluation de la gravité des symptômes chez les athlètes atteints de TP [42]. En effet, la littérature permet de relever une bonne fiabilité inter et intra-évaluateur de même qu'une bonne validité [43]. Il s'agit d'un court questionnaire qui évalue les symptômes, des tests fonctionnels simples ainsi que la capacité et la performance sportive [44]. Le score obtenu sur 100 permet un suivi de la pathologie dans le temps : un score de 100 correspond à l'absence de symptômes et d'impact fonctionnel, tandis qu'un score bas proche de 0 correspond à des symptômes très invalidants.

Paraclinique :

L'échographie [45] permet de visualiser une tendinopathie patellaire par la mise en évidence d'une anomalie tendineuse (flèche sur la figure 7) : épaissement antéro-postérieur du tendon et hypoéchogénéité dans la partie proximale [46].

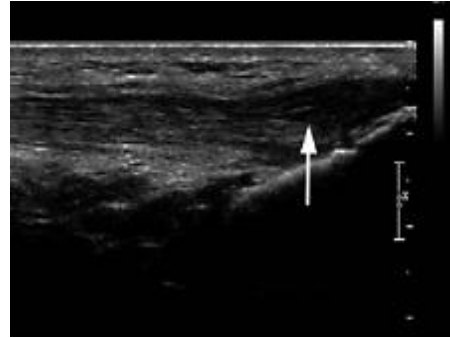


Figure 7. Image échographique du tendon patellaire, montrant une zone de faible échogénéité, typiquement située dans la région postérieure de la portion proximale [31].



Figure 8. Vue sagittale d'un genou à l'IRM (T1) montrant une augmentation du signal dans la région postérieure de la partie proximale du tendon patellaire et de l'apex de la patella, correspondant à un épaissement du tendon [31].

L'IRM [47], quant à elle, permet de retrouver un signal anormal avec la même localisation qu'à l'échographie [48].

Il est important d'arriver à se situer entre l'imagerie et la clinique, cette dernière restant prioritaire. En effet, il est commun d'avoir des tendons anormaux à l'imagerie chez les sportifs de haut niveau, par sursollicitations de l'appareil extenseur, sans pour autant que cela soit pathologique [6]. On relève donc assez peu de corrélation entre symptômes et imagerie [46].

Le **diagnostic** est donc généralement **clinique**, en conjonction avec l'imagerie, souvent pour exclure des diagnostics différentiels [6].

Diagnostic différentiel [31] : syndrome fémoro-patellaire, fat-pad syndrome, pathologies méniscales, lésions cartilagineuses etc...

1.3.3. Evolution

Comme dit précédemment, la tendinopathie patellaire cause souvent des symptômes de **longue durée** pouvant conduire à la retraite anticipée de l'athlète. Dans une étude cas-témoins prospective, Kettunen et al. [49] ont constaté que 53% des individus symptomatiques présentant cette pathologie

avaient quitté le haut niveau sportif, par rapport au groupe composé de sportifs asymptomatiques dans lequel seulement 7% ont cessé leur activité [50].

De même, Cook et al. [48] rapportent que plus d'un tiers des athlètes se présentant pour un traitement de TP étaient **incapables de reprendre** le sport dans les 6 mois suivant le début de la prise en charge, à un niveau de performance aussi élevé qu'avant, d'où l'importance d'un **diagnostic précoce**.

1.3.4. Facteurs de risque et étiologie

D'après une revue de 2011 [51], de nombreux facteurs **intrinsèques** pourraient être à l'origine de la tendinopathie patellaire :

- Le poids
- L'IMC
- Le ratio taille/hanche
- Une inégalité de longueur des membres inférieurs (ILMI)
- La hauteur de l'arche interne du pied
- La force du quadriceps
- La souplesse des ischios-jambiers et du quadriceps

Il semblerait qu'il existe aussi des facteurs **extrinsèques** [6] tels que la surface sur laquelle l'activité sportive est pratiquée, la fréquence et l'intensité d'entraînement etc...

De nombreuses théories existent sur la pathogénèse : troubles de la vascularisation [52][53], troubles mécaniques [54] ou encore nerveux [53]. Les **contraintes répétitives** et la **surutilisation** du tendon sont les théories les plus fréquemment rencontrées [55][36].

Les facteurs de risque ne seront pas détaillés ici puisque cette revue porte sur certains d'entre eux en particulier, dont nous parlerons ensuite avec plus de précision.

1.3.5. Traitement et recommandations

Traitement rééducatif :

Le traitement de première intention est le traitement **conservateur** (non chirurgical) [56][57][58]. Plusieurs études le préconisent pour une durée de 12 semaines avec en majorité des **exercices de renforcement excentrique** de l'appareil extenseur (à type « single leg squat », similaire à celui utilisé lors du bilan-diagnostic) [59][60]. Le taux de réussite d'un tel traitement rééducatif avoisinerait les 50 à 70% [61].

Il n'existe cependant pas de réel consensus quant au programme précis à suivre [62].

Une étude de 2020 comparant les exercices de renforcement excentriques et les exercices de **mise en charge progressive des tendons** (comportant une phase statique, une phase dynamique puis une phase explosive), montre que ces derniers seraient plus efficaces dans le traitement conservateur de la TP après 24 semaines. Les résultats étant sensiblement les mêmes à 12 semaines pour les deux thérapies [63].

Les athlètes devraient également retravailler leurs stratégie et mécanique d'atterrissage après une rééducation adéquate [50].

Traitement médical :

En cas de douleur, des anti-inflammatoires non-stéroïdiens (**AINS**) peuvent être utilisés à **court terme** (7 à 14 jours) [56]. Leur efficacité n'est cependant pas prouvée sur le long terme, ce qui se comprend aisément puisqu'on sait qu'un état inflammatoire dans la tendinopathie patellaire, s'il est présent, ne peut l'être qu'au tout début de la maladie [28].

Pour les mêmes raisons, il en est ainsi concernant les **infiltrations** de corticoïdes. Elles présentent des recommandations de grade A [56], avec de bons effets sur le **court terme** qui passerait par une diminution l'inflammation et de la douleur du tendon atteint [64][65]. L'administration de corticoïdes par infiltration reste cependant très controversée [66].

Traitement chirurgical :

La chirurgie n'est envisagée qu'après **échec du traitement rééducatif** [59], après 6 mois minimum [67]. Elle montre de très bons résultats dans les cas « non-rééducation-répondants » ou dans les cas très avancés de rupture tendineuse par exemple [58][56] et permettrait un retour au sport précoce avec une diminution rapide des symptômes dans le cas d'une chirurgie micro invasive de type arthroscopie [68].

1.4. Description des facteurs de risque évalués

Dans cette partie, nous allons détailler quels sont les facteurs de risque qui vont être étudiés dans cette revue. Pour chacun d'entre eux, nous établirons des hypothèses théoriques sur leurs liens présumés avec la tendinopathie patellaire.

1.4.1. Facteurs anthropométriques

L'**anthropométrie** est la science définie par « **l'étude des mesures physiques quantitatives, non invasives, des caractéristiques du corps humain** », d'après le CDC (Centers for Disease Control and Prevention) [69][70]. Les données anthropométriques rendent ainsi compte des dimensions et de la mobilité du corps humain [71].

Cela peut concerner bon nombre de mesures, telles que (entre autres) [72][73] :

- La taille (assis/debout)
- La masse corporelle
- Le taux de masse adipeuse
- L'épaisseur de certains plis de peau
- L'indice de masse corporelle (IMC)
- Les tours de taille et de hanche et le ratio taille-hanche
- Une différence de longueur des membres inférieurs
- L'angle Q
- Des circonférences musculaires
- Des largeurs : biacromiale, antéro-postérieure du thorax etc

1.4.1.1. Hypothèses théoriques et lien présumé

Il semble qu'il existe des liens évidents entre les facteurs anthropométriques et l'apparition de la tendinopathie patellaire. En effet, d'après la partie « facteurs de risque et étiologie » de cette introduction, la littérature a déjà permis de relater des facteurs intrinsèques à l'individu influençant l'apparition d'une tendinopathie patellaire chez le volleyeur [51]. Cependant, il n'existe pas de valeurs statistiques qui permettent de mesurer l'impact et l'importance de tels facteurs. C'est donc un point important sur lequel il faudra se pencher.

A titre d'exemple, on peut émettre l'hypothèse qu'une prévalence plus importante chez l'homme que chez la femme [6] pourrait être due à des facteurs physiques anthropométriques tels qu'une masse ou une taille plus importante par exemple, à l'origine d'une augmentation des contraintes subies par l'appareil extenseur.

Les différentes amplitudes articulaires disponibles chez l'individu, notamment au niveau du genou, ont un lien direct avec les facteurs biomécaniques et les stratégies de déplacement. D'où la pertinence de lier les deux types de facteurs.

1.4.2. Facteurs biomécaniques

La **biomécanique** a été définie par Hatze en 1974 [74] comme « **l'étude du mouvement des êtres vivants en y appliquant la science de la mécanique** » [75]. D'après la société européenne de biomécanique, une autre définition peut être donnée : « la biomécanique consiste en l'étude des forces agissant sur et générées à l'intérieur d'un corps et des effets de ces forces sur les fluides, les tissus et matériaux utilisés à des fins de diagnostic, de traitement ou de recherche » [76].

La biomécanique doit indéniablement être mise en lien avec la physiologie humaine, qui a pour but principal « d'étudier et d'expliquer les propriétés du corps qui sont propres à l'être vivant » [77]. De nos jours, pour répondre aux questions de recherche de façon plus globale, la majorité des études combinent les deux disciplines. C'est notamment le cas en biomécanique du sport, où le croisement des deux domaines permet d'aboutir à une démarche complète permettant d'expliquer et comprendre le geste sportif ainsi que ses conséquences à plus ou moins long terme [76][77].

1.4.2.1. Hypothèses théoriques et lien présumé

Dans cette revue, un des facteurs biomécaniques qui sera étudié est la **stratégie de saut et d'atterrissage** du volleyeur : valeurs angulaires, positionnements, activités musculaires etc...

Cela semble très pertinent étant donné la physiopathologie du « genou du sauteur ». Nous avons vu dans cette introduction que la tendinopathie patellaire était une pathologie de surutilisation et de sursollicitation de l'appareil extenseur.

Sur la figure 9 [78], on remarque l'importante sollicitation **articulaire** subie par le genou du volleyeur lors des phases de propulsions (A) et d'atterrissage (C), dans un laps de temps très réduit, correspondant à un saut avec élan. On remarque également que le genou se retrouve en extension complète en phase de suspension (B), ce qui montre un important balayage articulaire entre les différentes phases du mouvement.

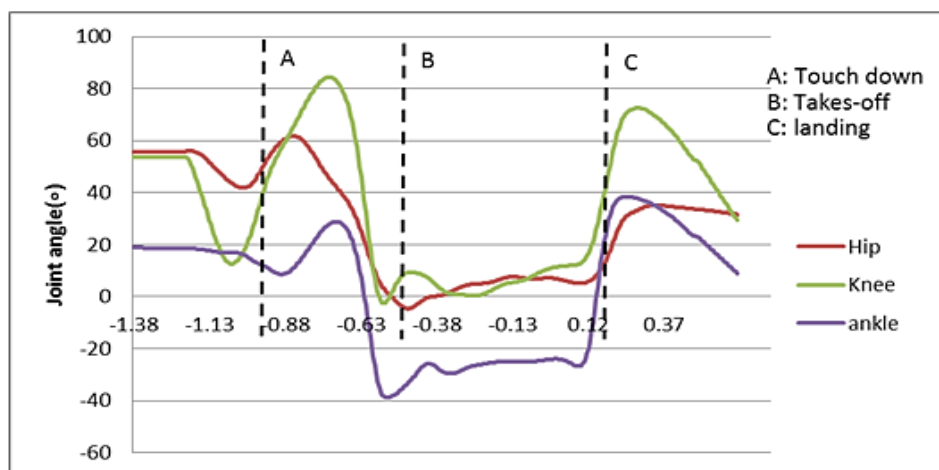


Figure 9. Valeurs angulaires des articulations du membre inférieur lors d'un saut complet avec prise d'élan chez un volleyeur [78]

D'un point de vue **musculaire**, on observe d'après la figure 10 [79] le travail excentrique avec étirement actif du quadriceps et donc de l'appareil extenseur lors de l'atterrissage (ou en préparation à un saut), ce qui lui permet de stocker de l'énergie qui pourra être libérée lors d'une activité explosive, durant lequel le travail musculaire sera cette fois concentrique avec une importante restitution d'énergie de la part de l'appareil extenseur, permettant une grande puissance de propulsion lors du saut (modèle d'un « ressort »).

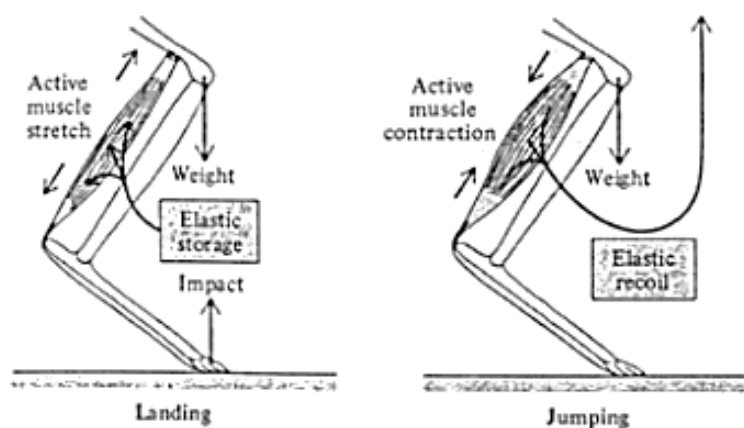


Figure 10. Tendons de l'appareil extenseur durant la phase d'atterrissage et durant la phase de saut [79]

D'après la physiologie de l'appareil extenseur et les contraintes qu'il subit lors de cet exemple du saut, on présume qu'il existe un lien évident entre la biomécanique du genou lors des entraînements et matchs de volleyball et l'apparition de la tendinopathie patellaire.

1.5. Importance de cette revue de littérature

Etant donné la prévalence importante de la TP chez le volleyeur et notamment à haut niveau, il semble pertinent et important d'effectuer une revue sur ce qui se dit aujourd'hui dans la littérature scientifique quant à l'étiologie de cette pathologie.

1.5.1. Pour les patients et leur entourage

Dans un premier temps, cette revue de littérature étiologique permettrait d'effectuer de la **prévention** auprès de la population concernée. Bien que les facteurs étudiés ici ne soient pas extrinsèques et donc moins facilement modifiables, il paraît évident que l'information et l'apport de connaissances à un patient sur sa pathologie et en particulier sur les causes de celle-ci sont primordiales (et non pas seulement sur les symptômes et le retour au sport). Cela permettrait au sportif et à son entraîneur de modifier certains gestes techniques, par exemple dans le cas présent, la stratégie d'atterrissage afin de prévenir l'apparition de la TP.

Il n'est pas rare que les sportifs, qui plus est de haut niveau, soient souvent exigeants en matière de prise en charge. Cela concerne l'efficacité de la prise en soin avec de bons résultats en un temps le plus court possible, ou encore les explications qu'on leur fournira en rapport avec leurs questions et craintes. On peut aisément comprendre cela par le fait que parfois, la carrière d'un sportif professionnel pourra facilement être mise à mal, suspendue temporairement ou parfois définitivement écourtée par un problème de santé.

Pour une pathologie comme la tendinopathie patellaire dans laquelle, comme nous l'avons dit précédemment, une prise en charge précoce et rapide est de la plus haute importance, il semble primordial d'agir vite et bien. L'épidémiologie nous a montré la très forte prévalence de ce trouble chez les volleyeurs professionnels, ce qui en fait un problème non négligeable.

Dans un second temps, a posteriori de la rééducation (ou en simultané si l'état physique du patient le permet), un travail pourra être fait en complément afin de réduire les facteurs de risque qui peuvent l'être.

1.5.2. Pour la profession

Il est ici important de souligner l'importance de comprendre avant de soigner.

Dispenser à un patient le meilleur traitement possible semble difficile si les connaissances et la compréhension de la physiopathologie ainsi que l'étiologie d'une maladie sont mal connues ou ne sont pas comprises par le professionnel de santé quel qu'il soit.

Pour donner un exemple simple et concret, dans le cadre de cette revue, il est indispensable de connaître et comprendre la physiologie de l'appareil extenseur pour comprendre pourquoi à ce jour on préconise des exercices de travail excentrique de celui-ci. La/les thérapeutique(s) découle(nt) de la/des étiologie(s).

Il semble donc fondamental de se rendre compte des facteurs ayant contribué à l'apparition d'une pathologie, ceci dans le but d'assurer la prise en charge la plus optimale possible de nos patients.

De plus, pour faire le lien avec l'intérêt de cette revue pour les patients, en plus d'être mieux soignés et accompagnés, ils ne seront que mieux informés de leur état de santé et cela facilitera l'avancement du programme de rééducation, la modification de certains facteurs, que ce soit à priori (rôle de prévention sur la réalisation des gestes techniques plus protecteurs) ou à posteriori (traitement, éviter la réapparition par diverses stratégies) etc.

La qualité et la reconnaissance de notre travail passent donc par la meilleure compréhension qui soit de tous les éléments autour d'une pathologie, afin de pouvoir fonder notre pratique sur ces

aspects-là dans le but de faire ressortir de la littérature des éléments probants permettant l'amélioration continue de notre prise en charge.

1.6. Objectifs de la revue de littérature (modèle PICO)

Cette revue a pour but :

- De connaître et d'améliorer les connaissances sur les facteurs de risque anthropométriques et biomécaniques.
- De connaître l'importance de la prévention pour améliorer le geste sportif et ainsi prévenir les blessures.

L'objectif principal de cette revue de littérature est d'identifier l'influence des **facteurs de risques anthropométriques et biomécaniques (I)** sur l'apparition de **la tendinopathie patellaire (O)** chez le **volleyeur de haut niveau (P)**

Le modèle PICO aide à formuler une question de recherche avec une méthodologie correcte. Cet acronyme reprend quatre critères essentiels d'une question de recherche.

Voici donc le modèle PICO permettant de répondre à la question de recherche de cette revue **étiologique** :

POPULATION	Volleyeurs de haut niveau
INTERVENTION/EXPOSITION	Facteurs de risque anthropométriques et biomécaniques
COMPARATEUR	Absence de facteur de risque
OUTCOME/CRITERE DE JUGEMENT	Survenue de la tendinopathie patellaire

2. Méthode

La Méthodologie de cette revue a été établie avant la sélection et l'analyse des articles inclus (parties « Résultats » et « Discussion »).

2.1. Critères d'éligibilité de cette revue

2.1.1. Types d'études

Une question **étiologique** recherche une **causalité** entre deux variables : ici nous allons décrire, observer une association afin de pouvoir discuter d'une causalité entre une exposition (facteurs de risque anthropométriques et biomécaniques) et l'apparition d'une maladie (la tendinopathie patellaire) chez une population donnée (volleyeur).

L'**exposition** fait référence au **facteur de risque** dont l'effet est étudié. On l'appelle aussi la variable prédictive ou indépendante. La variable de **résultat** (ou dépendante ou prédite) fait référence à la maladie se développant à la suite de l'exposition, en conséquence de celle-ci. En règle générale, le terme « exposition » est utilisé lorsque la variable « causale » est déterminée naturellement, ce qui sera le cas ici. Aucune intervention active ne sera faite chez les individus et les variables d'exposition ne seront pas manipulables pour des raisons éthiques évidentes [80]. Le terme intervention est plutôt réservé aux études expérimentales.

La finalité de la question étiologique est de pouvoir agir sur la variable indépendante responsable de la causalité.

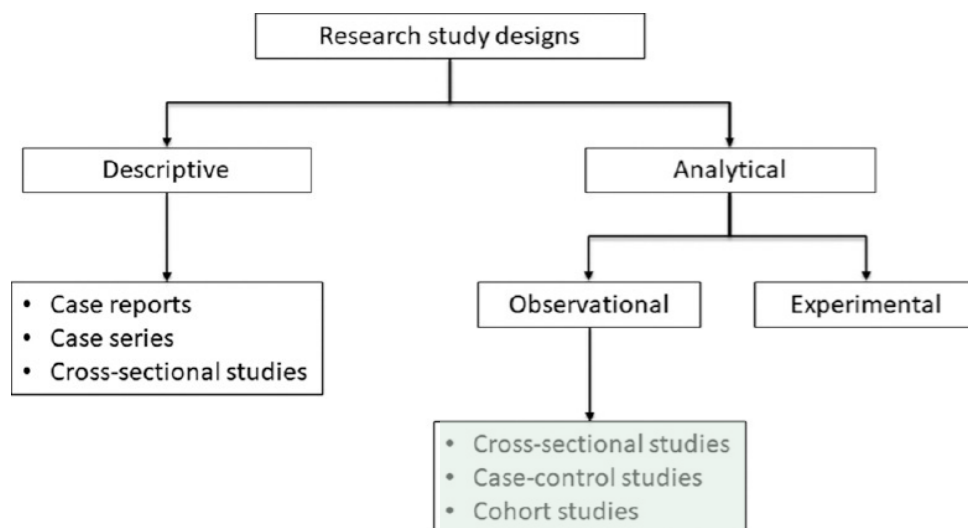


Figure 11. Classification des schémas d'étude en recherche [80]

Ainsi, les trois types d'études scientifiques les plus pertinents pour répondre à la question clinique d'une revue étiologique sont les suivants [80] :

- Etude de **cohorte** (cohort study)
- Etude **cas-témoin/cas-contrôle** (case-control study)
- Etude **transversale** (cross-sectional study)

D'après la figure 11, ce sont des études de premier plan quantitatives, **analytiques** et **observationnelles**. Celles-ci sont adaptées pour répondre à une question **étiologique**. En effet, le but sera d'établir, de démontrer une relation naturelle entre l'exposition et le résultat qu'il étudie.

Pour qu'on puisse affirmer d'un facteur est à l'origine d'une pathologie, il doit précéder celle-ci. Toute exposition qui se produit simultanément ou après l'apparition de la maladie ne peut pas en être la cause et n'est donc pas considérée comme une "exposition" à proprement parler [80].

L'**observation** peut être rétrospective, prospective, ou encore instantanée. Ces termes font référence au moment de la recherche par rapport au développement du résultat [80][81] :

Dans les études **prospectives**, le chercheur commence par déterminer l'exposition à un facteur de risque. Puis, via un suivi des participants sur une période donnée il va déterminer l'apparition ou pas de la maladie étudiée (ultérieurement au début de l'étude). Cette conception est plus généralement connue sous le nom **d'étude de cohorte** (figure 12).

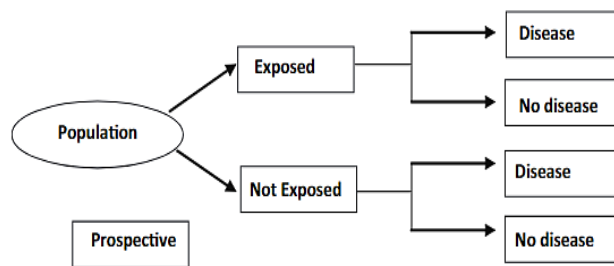


Figure 12. Schéma d'étude de cohorte (étude longitudinale/prospective) [81]

Dans les études **rétrospectives**, le chercheur commence par déterminer si la pathologie est présente chez un individu, puis remonte dans le temps

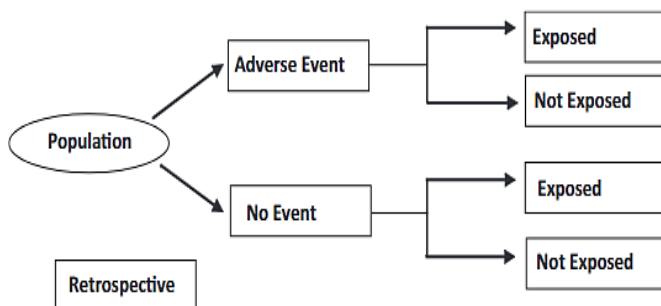


Figure 13. Schéma d'étude cas-contrôle/cas-témoin [81]

afin de déceler (cas) ou pas (témoin) la présence d'une exposition antérieure à un ou plusieurs facteur(s) de risque. Les données seront recueillies soit par dossier relatant les expositions passées, soit par souvenir des individus, témoignage d'un tiers etc... il n'y a donc pas de suivi dans le temps contrairement aux études prospectives. Il s'agit le plus souvent **d'études cas-témoins ou cas-contrôles** (figure 13).

Enfin, on peut également déterminer à un instant T si l'exposition et la pathologie sont présentes simultanément. Il s'agit dans ce cas là d'une **étude transversale** (cross-sectional study en anglais). Ce type d'étude se fait à moindre coût puisqu'elle ne s'étale pas dans le temps.

Elle est cependant moins fiable que les deux autres, la plus fiable étant **l'étude de cohorte** (ce sont aussi les plus chères et celles qui nécessitent le plus grand nombre de participants). Les études **cas-témoins** arrivent en seconde position du fait de la difficulté parfois à remonter dans le temps et à trouver des informations fiables [80][81].

2.1.2. Population

Il a été décidé que cette revue porterait sur les volleyeurs. Il nous faut cependant affiner ce terme et ainsi déterminer une population plus restreinte ayant des caractéristiques semblables.

Bien que les hommes soient plus touchés que les femmes par la TP [6], il n'y aura pas de restriction particulière concernant le **sexe** des individus : cela pourra peut-être justement constituer une occasion d'en savoir plus sur les raisons de ce déséquilibre épidémiologique. De plus, les caractéristiques anthropométriques sont nécessairement différentes et les groupes devront être étudiés séparément.

Les études pourront donc soit analyser seulement la femme, soit seulement l'homme, soit les deux. Il n'y aura pas non plus de critère d'âge (à condition bien sûr que l'individu soit en activité (pas de carrière terminée par exemple)).

Les restrictions se baseront plutôt sur le niveau de pratique du volleyball. Nous sélectionnerons des études qui portent uniquement sur le volleyball d'intérieur/indoor (le beachvolley ayant beaucoup de spécificités biomécaniques propres). Toujours sur des bases épidémiologiques, étant donné la plus forte prévalence de TP chez les athlètes de haut niveau [4] en comparaison avec les individus pratiquant le volleyball en loisir [5], le **principal critère d'inclusion** concernant la population sera :

→ Pratique du volleyball indoor à un **niveau professionnel/à haut niveau (au moins 6h d'entraînement de volleyball par semaine.**

En effet, après quelques recherches préliminaires, on s'aperçoit que trop peu d'études existent chez les professionnels uniquement ce qui implique d'élargir la population étudiée.

2.1.3. Nature des facteurs étiologiques/expositions

Les facteurs de risque qui seront étudiés dans cette revue en ce qui concerne un lien de causalité avec la tendinopathie patellaire sont les suivants :

→ **Biomécaniques**

→ **Anthropométriques**

Ces facteurs ont été définis plus haut dans l'introduction.

2.1.4. Critère de jugement

Le critère de jugement quant à la causalité des facteurs cités précédemment sera l'apparition chez le volleyeur professionnel d'une **tendinopathie patellaire** diagnostiquée cliniquement, à l'imagerie, ou les deux, qu'elle soit symptomatique (le plus souvent) ou asymptomatique.

2.2. Méthodologie de recherche des études

2.2.1. Sources documentaires investiguées

Pour réaliser cette revue, des recherches ont été effectuées d'août à octobre, sur des bases de données électroniques :

- **PubMed** : c'est le principal moteur de recherche de données bibliographiques scientifiques concernant de nombreux domaines de spécialisation en biologie et en médecine. La grande majorité des articles ont été trouvés sur cette base de données.
- **Cochrane Library** : est une bibliothèque contenant plusieurs bases de données spécialisées en médecine et en santé en générale. On y trouve des revues de littérature, des méta-analyses mais aussi des articles d'études primaires dont la validité est vérifiée.
- **Kinédoc** : est une base documentaire francophone spécialisée dans le domaine de la kinésithérapie.
- **Google scholar** : a été utilisé en complément uniquement (afin de trouver un maximum d'articles correspondant à l'équation de recherche du sujet abordé) du fait de sa moindre fiabilité : ce n'est pas une base de données médicales valides contrairement aux deux autres sources (à utiliser avec vigilance).

2.2.2. Equation de recherche

Pour les recherches effectuées sur **PubMed**, l'équation utilisée s'est présentée comme ceci :

POPULATION volleyball

— **AND** —

EXPOSITION aetiology **OR** etiology **OR** risk factor **OR** risk **OR** origin **OR** causality **OR** predisposition **OR** anthropometric **OR** biomechanic

— **AND** —

CRITERE DE JUGEMENT knee **OR** patellar **OR** patellar **OR** patellar **OR** patellar **OR** patellar **OR** injury **OR** jumper's knee
tendonitis tendonitis tendinitis tendinosis tendinopathy

Les recherches ont été effectuées dans TITLE/ABSTRACT, avec le symbole « * » (MeSH term : permet de prendre en compte automatiquement les synonymes et mots ayant la même racine) pour chaque terme.

Sur **Cochrane library**, **Kinédoc** et **Google Scholar**, le système de recherche n'étant pas le même, les termes utilisés sont les suivants : « risk factor », « jumper's knee », « patellar tendinopathy » et « volleyball ».

2.3. Extraction et analyse des données

2.3.1. Sélection des études

2.3.1.1. Critères d'inclusion et d'exclusion

Les critères d'inclusion des articles sont les suivants :

- **Date de publication** : de 2005 à 2021. La fourchette temporelle est volontairement large afin de s'assurer de ne pas laisser de côté un article qui serait potentiellement très pertinent et intéressant pour la réalisation de cette revue de littérature.
- **Langue** : anglais ou français.
- **Type de schéma d'étude** : études de cohorte, cas-témoin et transversale uniquement. En fonction du nombre d'articles obtenus, on pourra exclure ceux ayant un schéma d'étude de type « transversale » puisqu'ils présentent un niveau de preuve moindre.
- **Etude de bonne qualité méthodologique** : score NOS ≥ 7 .

Ces critères peuvent être appliqués dès l'équation de recherche en ajoutant des filtres.

Les critères d'exclusion découlent des critères ci-dessus, ils ne seront donc pas cités.

2.3.1.2. Etapes de sélection des études

ETAPE DE SELECTION	SUPPRESSION DES ARTICLES
1^{ère} étape : lecture du titre	<ul style="list-style-type: none"> - Hors sujet (ne répondant pas au modèle PICO) - Ne respectant pas les critères d'inclusion - Doublons
2^{ème} étape : lecture du résumé/abstract	<ul style="list-style-type: none"> - Mauvaise population - Etude non étiologique - Revue de littérature - Ne respectant pas les critères d'inclusion
3^{ème} étape : lecture complète et analyse	<ul style="list-style-type: none"> - Mauvaise population - Revue de littérature - Mauvaise qualité méthodologique (NOS)

2.3.2. Extraction des données

Pour chaque article inclus, les informations suivantes seront extraites et recueillies sous forme de tableau :

- L'année de publication
- Les auteurs de l'article
- Le type de schéma d'étude
- L'objectif et/ou les différentes hypothèses de l'étude
- La définition de la tendinopathie patellaire (critère de jugement) donnée par les auteurs et la ou les méthode(s) d'évaluation utilisée(s)
- Le(s) facteur(s) étudié(s) et leur(s) méthode(s) d'évaluation
- Le nombre de participants à l'étude ainsi que leurs caractéristiques (sexe, âge, niveau etc)
- **Les critères d'inclusion et d'exclusion mentionnés par les auteurs (ne seront pas mentionnés dans la revue mais nous nous assurerons que cela ne présente pas de risque biais)**
- Le protocole réalisé (durée de suivi des individus dans le temps pour les études longitudinales)
- Les résultats obtenus

2.3.3. Evaluation de la qualité méthodologique des études sélectionnées

L'échelle utilisée afin d'évaluer la qualité méthodologique et ainsi la validité interne des études sélectionnées est **l'échelle de Newcastle Ottawa** (Newcastle Ottawa scale (NOS), disponible en annexes 1 et 2) [82].

Elle permet l'évaluation des études observationnelles non-randomisées, notamment les études cas-témoin et de cohorte. Une version adaptée existe pour les études transversales.

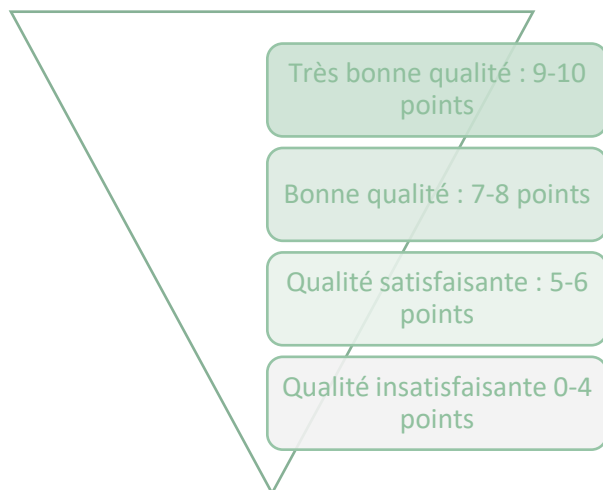
Son utilisation est donc très pertinente afin de déterminer le risque de biais d'articles inclus dans une revue de littérature **étiologique**.

L'échelle donne un score avec un minimum de 0 étoile et un maximum de 9 étoiles (10 étoiles pour la version adaptée aux études transversales) selon la qualité méthodologique de l'étude, et selon plusieurs critères [82][83]:

- Qualité de la « **sélection** » des différents groupes
- « **Comparabilité** » entre les différents groupes
- Analyse des facteurs d'exposition (« **exposure** ») pour les études cas-contrôle ou du critère de jugement (« **outcome** ») pour les études de cohorte et les études transversales (version adaptée de la NOS).

Le score obtenu permet de donner le risque de biais d'une étude :

Figure 14. Qualité méthodologique d'une étude d'après son score NOS (annexe) [82]



La validité de contenu de la NOS ainsi que sa fiabilité inter-évaluateur sont démontrées. En revanche, sa validité de construit et sa fiabilité intra-évaluateur sont actuellement à l'étude [83]. Cette échelle est cependant couramment utilisée et constitue un outil simple et pratique pour l'évaluation de la qualité des études non randomisées à utiliser dans une revue systématique [82].

2.3.4. Méthode de synthèse des résultats

Voici tout d'abord une définition de **l'épidémiologie** inspirée de celle donnée par l'OMS : c'est « l'étude de la dynamique des phénomènes de santé dans les populations (épidémiologie descriptive) ainsi que des facteurs qui les influencent (épidémiologie analytique) et leur rôle dans le but de prévenir et mettre en œuvre des mesures correctives appropriées » [84][85]. En plus de s'appliquer à la mesure

de l'importance d'un problème de santé dans une population donnée, l'épidémiologie permet également la **recherche étiologique**.

Afin de synthétiser les résultats obtenus grâce à l'analyse des articles, nous allons utiliser des **indicateurs épidémiologiques**, des **outils de mesure statistique** afin de pouvoir **chiffrer l'influence** des facteurs de risque anthropométriques et biomécaniques sur l'apparition de la tendinopathie patellaire chez le volleyeur de haut niveau.

MESURE DE FREQUENCE		MESURE D'ASSOCIATION	
Prévalence [86] <i>Etude transversale</i>	Incidence	Risque relatif RR [87] <i>Etude de cohorte</i>	Odds-ratio OR [87] <i>Etude cas-témoins/petite cohorte</i>
Nombre total de cas dans une population à un instant donné [88].	Nombre de nouveaux cas sur une période donnée [88].	Rapport entre le risque/la probabilité d'un évènement (TP) chez les exposés et le risque/la probabilité du même évènement chez les non-exposés [89].	Rapport entre la cote d'une exposition chez un sous-groupe (cas de TP) et la cote d'exposition chez un autre sous-groupe (contrôle) [89].
Nous les connaissons déjà dans la population sportive globale (tous facteurs de risque confondus), mais pas pour des échantillons exposés aux facteurs de risque étudiés.		On peut aussi calculer l' intervalle de confiance au seuil de 95% (qui s'applique à la population cible et non pas seulement à l'échantillon) pour la variable étudiée (RR, OR, PR...) en fournissant ainsi un intervalle de la valeur vraie attendue [87]. Valeur cliniquement significative si n'inclus pas 0 et inclus la valeur étudiée.	
<p>Prevalence Ratio PR <i>Mesure l'association entre un facteur d'exposition et la maladie.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - PR = 1 : la prévalence avec et sans l'exposition est la même. - PR < 1 : la prévalence est plus faible dans le groupe exposé = facteur protecteur. - PR > 1 : la prévalence est plus forte dans le groupe exposé = facteur de risque. 		On recherchera également la valeur p qui correspond au seuil de probabilité pour la signification statistique . Si $p < 0,05$ (d'autres valeurs sont possibles), on en déduit que le résultat recherché a plus de 95% de chance d'être vrai. On peut donc conclure que l'association est statistiquement significative et pas seulement due au hasard [90].	
Plus la prévalence et l'incidence augmentent, plus l'OR surestime le RR [87]. L'OR donne une bonne estimation du RR lorsque la prévalence est inférieure à 10% [91].			
<u>Interprétation</u> [92] :			
<ul style="list-style-type: none"> - RR ou OR = 1 : pas de lien entre exposition et maladie - RR ou OR > 1 : le facteur étudié augmente le risque d'avoir la maladie = facteur de risque - RR ou OR < 1 : le facteur étudié diminue le risque d'avoir la maladie = facteur protecteur 			
<p>La courbe ROC (Receiver Operating Characteristics) permet de visualiser la performance d'un modèle (sensibilité-spécificité) en étudiant l'aire sous la courbe.</p> <p>L'analyse de la variance (ANOVA) peut déterminer si les moyennes de trois groupes ou plus sont différentes. ANOVA utilise des tests F pour tester statistiquement l'égalité des moyennes.</p>			

Test F ou f = ratio d'écart-types. Pas de différence notable entre les groupes si $F = 1$ (rapport de deux quantités qui devraient être à peu près égales selon l'hypothèse nulle)

Au plus le F est important, au plus les moyennes et écarts-types des échantillons sont différents = grande variabilité. Afin de rejeter l'hypothèse nulle que les moyennes des groupes sont égales, nous avons besoin d'obtenir une valeur de F élevée.

La p-value associée à cette valeur F est la probabilité qui nous permet de déterminer à quel point notre valeur F est très probable ou rare en supposant que l'hypothèse nulle est vraie. Si la probabilité est assez faible, nous pouvons conclure que nos données sont incompatibles avec l'hypothèse nulle. Les preuves issues des données de l'échantillon sont suffisamment solides pour rejeter l'hypothèse nulle pour l'ensemble de la population.

Les **tests post-hoc**, ou « a posteriori » est une procédure qui permet de comparer des groupes sans qu'une hypothèse sur la relation entre ces groupes ait été posée avant d'examiner les données

Utilisation du coefficient de corrélation de Pearson r [93]:

Il permet de mettre en évidence l'existence d'une association ou corrélation positive ou négative entre deux variables. La force de cette corrélation est donnée par la lettre r.

Le fait le plus important est que la corrélation **n'implique pas la causalité.**

Valeur de r		corrélation
+1	-1	Parfaite
+0,9	-0,9	Très forte
+0,8	-0,8	Très forte
+0,7	-0,7	Forte
+0,6	-0,6	Forte
+0,5	-0,5	Modérée
+0,4	-0,4	modérée
+0,3	-0,3	Modérée
+0,2	-0,2	Faible
+0,1	-0,1	Faible
0	0	Nulle

Figure 15 : interprétation du coefficient de corrélation de Pearson (r) [93].

Figure 16. Résumé des indicateurs et outils de mesure utilisés

Les résultats obtenus de chaque article seront présentés dans un **tableau**.

Dans un second temps, les données extraites seront rassemblées et classées par facteur de risque, permettant ainsi une comparaison des résultats des différents articles. Les articles n'analysant pas leurs résultats de manière statistique à l'aide des indicateurs cités dans la figure 16 seront tout de même cités si leur importance et leur pertinence le nécessitent. Grace à l'utilisation de la NOS ayant permis la mise en évidence des biais, les études présentant un score faible ou de nombreux biais, verront leurs résultats pondérés.

3. Résultats

3.1. Description des études

3.1.1. Diagramme de flux

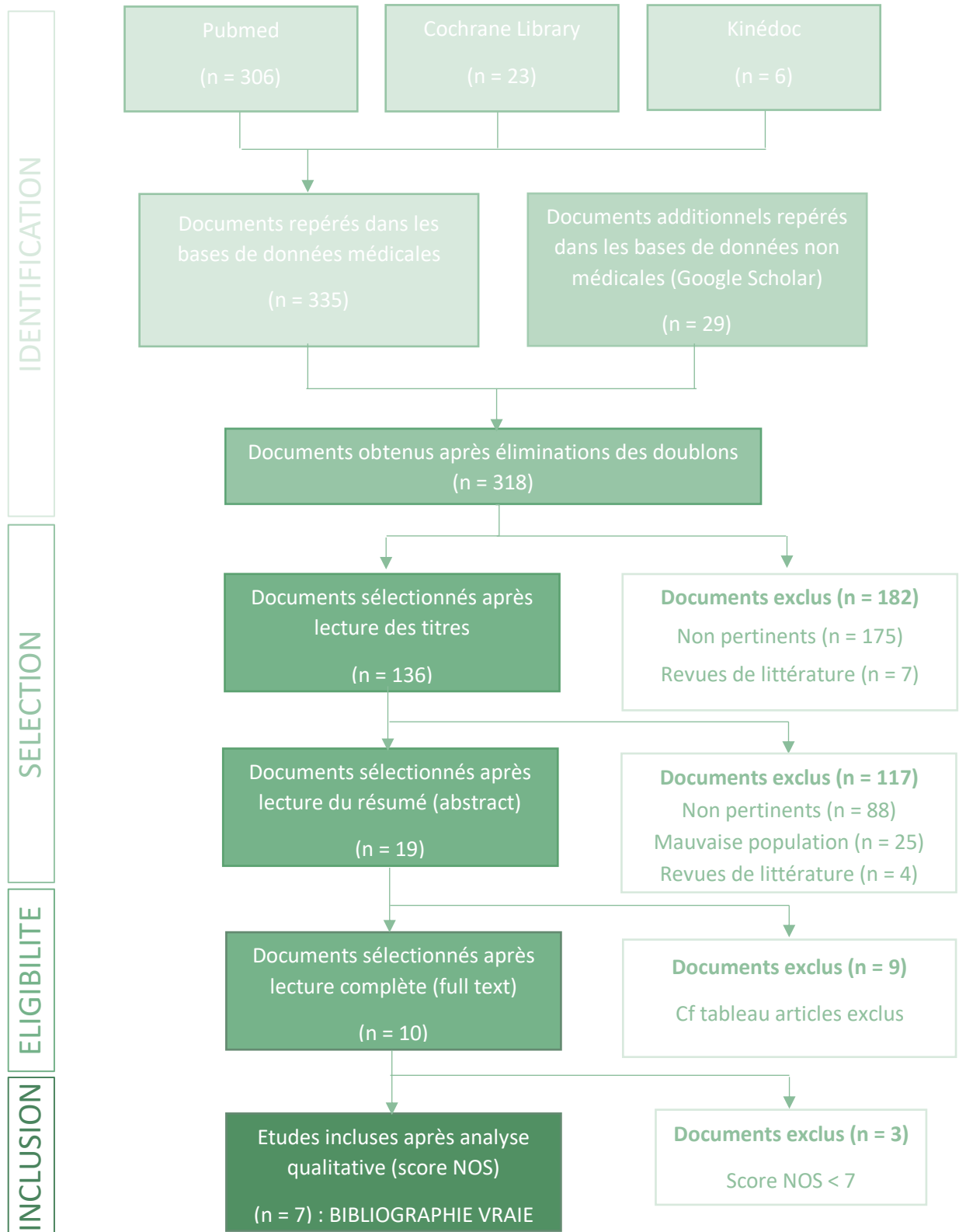


Figure 17. Diagramme de flux inspiré du modèle PRISMA de 2009

3.1.2. Etudes exclues

Dans les bases de données **médicales** (PubMed, Cochrane library et Kinédoc), 335 documents sont ressortis après que les recherches ont été effectuées grâce à l'équation et aux mots-clés présentés précédemment dans la partie « Méthode ».

En complément de ces recherches, d'autres ont été effectuées via la même méthodologie. C'est le cas pour les 29 documents sélectionnés dans une base données **non-médicale** (Google scholar) qui, bien que moins fiable, présentait des articles pouvant se montrer très pertinent dans le cadre de cette revue.

Nous obtenons alors un total de 318 documents après éliminations des doublons. Afin de répondre au mieux à la problématique, des étapes de sélections d'articles sont mises en place.

3.1.2.1. Lecture du titre (title)

Afin d'effectuer une première sélection relativement rapide des documents, la première étape consiste en la lecture du titre.

Les causes d'exclusion étant nombreuses, elles ne seront pas détaillées ici. Il s'agit principalement d'articles ne traitant pas du sujet qui nous intéresse, très souvent l'épaule ou le ligament croisé antérieur. Lorsque le sport dont il est question n'est pas le volleyball, l'article est aussi exclu. Les revues de littératures hors sujet le sont également.

Il nous reste à ce stade 136 documents.

3.1.2.2. Lecture du résumé (abstract)

Lors de cette deuxième étape de sélection, les résumés des documents ont été étudiés. Lorsque ces derniers n'étaient pas disponibles, l'article passe directement à la troisième étape afin d'être lu dans son intégralité, dans le but de ne pas éliminer un article pouvant se montrer pertinent.

Parmi les raisons d'exclusion figurent : la mauvaise pathologie, un autre sport, mauvaise population (volleyeurs débutants $n = 25$ avec une pratique inférieure à 6h/semaine), des études thérapeutiques ($n = 6$), diagnostiques ou pronostiques ($n = 17$), ou encore des revues de littératures ($n = 4$). Ces dernières seront mises de côté afin d'être étudiées par exemple pour la partie « **Discussion** » qui suivra.

Ainsi, nous nous retrouvons avec 19 articles qui pourraient potentiellement être inclus dans cette revue.

3.1.2.3. Lecture complète (full text)

Cette troisième étape, la plus complète, consiste en la lecture de l'article dans sa totalité afin de s'assurer qu'il corresponde aux critères d'inclusions pour les analyses qualitative puis quantitative qui suivront.

Deux documents ont été exclus en raison d'un score de qualité interne trop faible d'après la NOS.

N'étant pas jugés appropriés à cette revue de littérature, 9 documents ont été exclus lors de cette étape :

Titre de l'étude	Auteurs	Motif d'exclusion
Jumper's Knee : A Prospective Evaluation of Risk Factors in Volleyball Players Using a Novel Measure of Injury [95]	MacDonald et al (2020)	<i>Objectif</i> : étude des facteurs de risque intrinsèques, notamment les antécédents de douleur au genou = hors sujet
Functional movement patterns and body composition of high-level volleyball, soccer, and rugby players [96]	Campa et al (2019)	<i>Objectif</i> : étude des caractéristiques physiques des joueurs sains uniquement = hors sujet
Genetic variation in candidate genes and patellar tendinopathy : Prospective cohort study of 126 elite volleyball players [97]	Haug et al (2019)	<i>Objectif</i> : étude des facteurs génétiques liés à la tendinopathie uniquement = facteurs non étudiés
Evaluation of Intrinsic Biomechanical Risk Factors in Patellar Tendinopathy A Retrospective Radiographic Case-Control Series [98]	Dan et al (2018)	<i>Objectif</i> : ne s'intéresse pas aux volleyeurs = mauvaise population.
sJump Landing Characteristics Predict Lower Extremity Injuries in Indoor Team Sports [99]	Van Der Does et al (2016)	<i>Objectif</i> : étude de l'atterrissage comme facteur de risque des blessures traumatiques de genou et cheville = mauvaise pathologie
Predictors of lower extremity injuries in teams sports (PROFITS-study) : à study protocol [100]	Pasanen et al (2015)	<i>Objectif</i> : étude des facteurs de risque des blessures traumatiques dans les sports collectifs = mauvaise pathologie
Mechanical properties of the patellar tendon in elite volleyball players with and without patellar tendinopathy [101]	Helland et al (2014)	<i>Objectif</i> : comparaison des propriétés mécaniques du tendon patellaire avec et sans tendinopathie patellaire = hors sujet
Altered Peak Knee Valgus during Jump-Landing among Various Directions in Basketball and Volleyball Athletes [102]	Sinsurin et al (2013)	<i>Objectif</i> : étude du lien entre la position du genou lors du saut et les blessures traumatiques type entorse du LCA = mauvaise pathologie
The impact of physically demanding work of basketball and volleyball players on the risk for patellar tendinopathy and on work limitations [103]	Van Der Worp et al (2011)	<i>Objectif</i> : étudie l'impact du travail physiquement exigeant des joueurs de basketball et de volleyball sur le risque de tendinopathie patellaire et sur les limitations de travail = hors sujet

Figure 18. Etudes exclues après lecture du texte intégral

3.1.3. Etudes incluses

Voici les données principales (y compris la **validité** et la **fiabilité** des outils utilisés) concernant **les 7 études incluses** dans notre revue de littérature.

Les protocoles réalisés étant parfois complexes, ils ne seront que peu ou pas détaillés (consulter l'article en intégralité à l'aide de la bibliographie disponible).

AIYEBUSI (2019) [104]

Nom, type d'étude et objectifs	Définition et méthode d'évaluation du critère de jugement	Facteurs étudiés	Méthode d'évaluation	Participants
<p>« Lower Limb Biomechanical Variables Are Indicators of the Pattern of Presentation of Patella Tendinopathy in Elite African Basketball and Volleyball Players »</p> <p>ETUDE TRANSVERSALE</p> <p>L'étude vise à déterminer le modèle de présentation et la gravité de la TP ainsi que sa relation avec certaines variables biomécaniques chez les athlètes de haut niveau.</p>	<p>« <i>Patellar tendinopathy is a common chronic pathology of the knee, with a clinical diagnosis of pain and dysfunction in the patellar tendon. It presents clinically as localized pain at the proximal attachment of the tendon with a high-level load on the tendon, such as when jumping and changing direction</i> »</p> <p>Les références citées pour cette définition sont les mêmes que celles utilisées dans notre introduction.</p> <p>Le diagnostic est basé sur deux tests cliniques valides, tous deux réalisés par l'un des deux chercheurs en aveugle par rapport aux participants et leurs résultats paracliniques :</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Le « Royal London Hospital test » (RLHT) ✓ Le « single-leg-decline squat test » (SLDST) <p>Le diagnostic est complété par une échographie réalisée en aveugle des résultats cliniques par un échographe.</p>	<p>Posture du pied</p> <p>Angle du quadriceps (angle Q)</p> <p>Extensibilité des ischios-jambiers</p> <p>Amplitude active de la cheville</p> <p>Angle de torsion tibiale</p>	<p>Postural foot index (PFI) Outil clinique visant à quantifier la position du pied comme prônée, supinée ou neutre. (valide et fiable [105])</p> <p>Goniomètre (fiable et valide [106])</p> <p>Sit and reach test (SART) (fiable et valide [107])</p> <p>Goniomètre (fiable et valide [106])</p> <p>Goniomètre</p>	<p>98 joueurs féminins et masculins de volleyball et de basketball de <u>niveau national</u>, âgés de 18 à 35 ans.</p> <p>Division en 4 groupes après évaluation du critère de jugement :</p> <p>Groupe A = échographie positive mais clinique négative/asymptomatique</p> <p>Groupe B = <u>CONTROLE</u>, avec une clinique et paracliniques négatives.</p> <p>Groupe C = échographie positive et clinique positive/symptomatique</p> <p>Groupe D = clinique positive/symptomatique mais paraclinique négative.</p>

MENDONCA (2018) [108]				
Nom, type d'étude et objectifs	Définition et méthode d'évaluation du critère de jugement	Facteurs de risque étudiés	Méthode d'évaluation	Participants
<p>« Association of Hip and Foot Factors With Patellar Tendinopathy (Jumper's Knee) in Athletes »</p> <p style="text-align: center;">ETUDE TRANSVERSALE</p> <p>Le but est d'étudier le lien entre les déficits de la hanche et du pied/cheville et la TP chez les athlètes de volley-ball et de basket-ball.</p>	<p>« <i>Patellar tendinopathy (PT) is an overuse injury associated with jumping/landing activities</i> »</p> <p>Les références citées pour cette définition sont les mêmes que celles utilisées dans notre introduction.</p>	<p>Alignement de la tige-avant-pied (SFA)</p> <p>Amplitude active en dorsiflexion de cheville</p> <p>Extensibilité de la bandelette ilio-tibiale</p> <p>Amplitude passive en rotation interne de hanche</p> <p>Force musculaire des rotateurs externes et des abducteurs de hanche en isométrique</p>	<p>Mesure angulaire par logiciel</p> <p>Weight-bearing lunge test (WBLT) (valide et fiable [109])</p> <p>Ober's test (OB) (peu valide [110] mais pas de meilleur test disponible)</p> <p>Mesure angulaire à l'inclinomètre (valide et fiable [111])</p> <p>Dynamomètre à main (valide et fiable [112])</p>	<p>192 athlètes masculins et féminins de volleyball et de basketball issus de clubs professionnels brésiliens.</p> <p>Division en 2 groupes selon le critère de jugement :</p> <p>Groupe <u>CONTROLE</u> (n = 133) sain</p> <p>Groupe avec diagnostic de TP (n = 59)</p> <p>Les participants ont tous une pratique horaire d'au moins <u>12 heures</u> par semaine lors de la saison de recrutement.</p>
<p>Le diagnostic de TP s'est basé sur les critères suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Sensibilité et/ou douleur au pôle inférieur de la rotule (<i>pas d'échelle</i>) ✓ Confirmé par un médecin du sport ou un kinésithérapeute. ✓ VISA-P fiable et valide (annexe 6) 		<p>Ces tests ont été sélectionnés car ils sont considérés comme contribuant à des mouvements fémoraux et tibiaux excessifs dans les plans frontal et transversal ce qui peut potentiellement constituer un facteur de risque.</p> <p>Deux examinateurs, ayant au moins 5 ans d'expérience dans les évaluations sportives de sélection et de présaison, ont été précédemment formés à tous ces tests dans le but d'obtenir des valeurs de fiabilité intra et inter-évaluateurs acceptables.</p>		

DE VRIES (2014) [113]

Nom, type d'étude et objectifs	Définition et méthode d'évaluation du critère de jugement	Facteurs de risque étudiés	Méthode d'évaluation	Participants
<p>« Risk factors for patellar tendinopathy in volleyball and basketball players : A survey-based prospective cohort study »</p> <p>ETUDE DE COHORTE LONGITUDINALE RETROSPECTIVE</p> <p>Il s'agit d'une étude de prolongement de l'étude transversale de van der Worp et al. [103]. Le but de cette étude de 3 ans (2008-2011) est d'étudier de manière rétrospective ce que sont devenus les participants de l'étude transversale (ont-ils développé une TP ? quelles sont leurs caractéristiques ?)</p>	<p>« <i>Patellar tendinopathy is a painful, chronic overuse injury of the patellar tendon, often seen in sports that require a lot of jumping and landing</i> »</p> <p>Les références citées pour cette définition sont les mêmes que celles utilisées dans notre introduction.</p> <p>Le diagnostic de TP était basé sur une carte de la douleur auto-évaluée. Le diagnostic était positif si :</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ douleurs au pôle inférieur de la rotule ✓ et/ou qu'un médecin/kinésithérapeute avait diagnostiqué la pathologie. <p>Les symptômes actuels ainsi qu'un diagnostic de TP au cours des 3 années de l'étude ont été enregistrés comme TP.</p>	<p><u>Facteurs anthropométriques :</u></p> <p>Genre</p> <p>Taille</p> <p>Poids</p> <p>IMC</p>	<p>Les outils et protocoles utilisés pour chaque mesure ne sont <i>pas détaillés</i> dans l'étude.</p> <p>Les données ont été auto-évaluées par les participants lors de leur inclusion (étude de 2008 [103]).</p>	<p>En 2008, 2 363 joueurs de basketball et de volleyball âgés de 18 à 35 ans des Associations néerlandaises de volleyball et de basketball ont répondu à une enquête en ligne. Un total de 2224 athlètes a été inclus dans l'étude de 2008. Seuls les athlètes sains ou asymptomatiques qui étaient disposés à participer une deuxième fois ont été invités à la deuxième enquête.</p> <p>Ainsi, en 2011, une autre invitation a été envoyée aux mêmes participants et un total de 385 (hommes et femmes) ont pu participer au suivi.</p>

VISNES (2013) [114]

Nom, type d'étude et objectifs	Définition et méthode d'évaluation du critère de jugement	Facteurs de risque étudiés	Méthode d'évaluation	Participants
<p>« Training volume and body composition as risk factors for developing jumper's knee among young elite volleyball players »</p> <p>ETUDE DE COHORTE LONGITUDINALE PROSPECTIVE</p> <p>Le but de cette étude prospective d'une durée de 4 ans était d'examiner la relation entre la charge de compétition et d'entraînement, la composition corporelle et le risque de développer une TP.</p>	<p>« Jumper's knee is usually described as an overuse injury »</p> <p>Les références utilisées pour la définition sont les mêmes que celles utilisées dans notre introduction [30].</p>	<p><u>Facteurs corporels/anthropométriques :</u></p> <p>Taille</p> <p>Poids</p> <p>Tour de taille</p> <p>Epaisseur du pli cutané (triceps, biceps, sous-scapulaire et supraillaque)</p> <p>Tour de taille</p>	<p>Les de mesure de la taille du poids et du tour de taille sont non précisés.</p> <p>Pied à coulisse</p> <p>Mètre-ruban</p>	<p>Les participants à cette étude ont été recrutés parmi les joueurs entrant dans le programme Topvolley Norge (TVN), en Norvège en vue d'une <u>qualification nationale</u>.</p> <p>Au cours de la période d'étude de 4 ans, 164 étudiants ont été informés et examinés, avec un âge moyen à l'inclusion de 16,8 ± 0,8 ans.</p> <p>Le volume moyen d'entraînement de volleyball était de 8,1 h/semaine, sans compter les compétitions et les entraînements de type musculation, course...</p> <p>La TP ne devait pas être présente au moment de l'inclusion du participant, et sa présence signifiait une exclusion de la cohorte.</p>
	<p>Diagnostic réalisé par les médecins et kinésithérapeutes du TVN (qui ont alors contacté l'évaluateur principal) au moment de l'inclusion et tout au long du suivi :</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Antécédents de douleur tendineuse (outil non précisé) péri patellaire en rapport avec l'entraînement ou la compétition, ✓ Et/ou sensibilité à la palpation correspondant à la zone douloureuse. <p>Les symptômes devaient être présents depuis au moins 12 semaines et l'athlète devait considérer que les symptômes étaient suffisants pour représenter un problème concernant ses performances.</p>	<p>Lorsqu'ils ont été inclus, tous les athlètes ont été examinés par le même examinateur. Ces examens étaient répétés deux fois par an tant que les participants restaient dans la cohorte.</p>		

BISSELING (2007) [115]

Nom, type d'étude et objectifs	Définition et méthode d'évaluation du critère de jugement	Facteurs de risque étudiés	Méthode d'évaluation	Participants
<p>« Relationship between landing strategy and patellar tendinopathy in volleyball »</p> <p align="center">ETUDE TRANSVERSALE</p> <p>Cette étude étudie si la dynamique d'atterrissage des sauts différait entre les joueurs de volley-ball en bonne santé et ceux avec une TP.</p>	<p>« Patellar tendinopathy originates from repetitive loadsexposed to the quadriceps extensor mechanism during the jump–landing sequence. After cumulative microtrauma, degenerative changes of the tendon can takeplace »</p> <p>Les références utilisées pour la définition sont les mêmes que celles utilisées dans notre introduction.</p> <p align="center">Le diagnostic lors de la répartition des athlètes dans les différents groupes de l'étude s'est fait sur plusieurs critères :</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Douleur au niveau du tendon patellaire ✓ Douleur lors d'un SLDST ✓ Douleur à la palpation profonde du tendon ✓ VISA-P score < 80 (annexe 6) <p>L'évaluation a été faite par un auto-questionnaire (<i>échelle de la douleur non précisée</i>) et un médecin du sport expérimenté.</p>	<p>La stratégie d'atterrissage est étudiée via différentes données :</p> <p>force de réaction verticale au sol (VGRF) et son pic (LR VGRF) mesurées grâce à des mesures de vitesse et cinématique articulaire :</p> <p>amplitude totale, amplitude de flexion, d'extension (en degrés) pour la hanche, le genou et la cheville, ainsi que la vitesse angulaire.</p>	<p>L'enregistrement vidéo des atterrissages de drop jumps (réalisés à partir de plateformes de 30, 50 et 70 cm de haut, situées derrière une plateforme de force) a été utilisé afin de réaliser des mesures complètes, en bilatéral. Des caméras ainsi que des capteurs étaient étroitement attachés au bassin, à la cuisse, à la jambe, au pied (face latérale du calcaneus). Une plaque de force a été utilisée pour mesurer les composantes de la force de réaction au sol.</p> <p align="center"><i>Aucune information quant à la validité de cet outil.</i></p>	<p>24 joueurs masculins de volley-ball des Pays-Bas (avec au moins 3 entraînements par semaine et en compétition depuis au moins les 5 ans) ont été divisés en 3 groupes :</p> <p>Groupe 1 = CONTROLE (n = 8). Les critères diagnostics sont négatifs, avec un VISA-P score > 80. Age médian = 23,6.</p> <p>Groupe 2 = ASYMPTOMATIQUE avec ANTECEDENTS DE TP (n = 7) : antécédents de douleur localisée au tendon, d'une sensibilité à la palpation, mais aucune douleur lors du single-leg-decline squat test et un score VISA > 80 points. Aucun symptôme ne doit avoir été signalé au cours des 5 derniers mois. Age médian = 22,4.</p> <p>Groupe 3 = SYMPTOMATIQUE (n = 9). Les critères diagnostics sont positifs, et un VISA-P score < 80. Age médian = 24,1.</p>

MALLIARAS (2007) [116]

Nom, type d'étude et objectifs	Définition et méthode d'évaluation du critère de jugement	Facteurs de risque étudiés	Méthode d'évaluation	Participants
<p>« Anthropometric risk factors for patellar tendon injury among volleyball players »</p> <p>ETUDE TRANSVERSALE</p> <p>Le but de cette étude est d'étudier la corrélation d'une imagerie anormale du tendon patellaire avec des facteurs anthropométriques.</p>	<p>Cette étude s'intéresse aux pathologies du tendon patellaire plutôt chronique en proximal (cas de la tendinopathie patellaire).</p> <p><i>On ne trouve cependant aucune définition de la TP.</i></p> <p>Diagnostic effectué en aveugle par un médecin expérimenté :</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Echographie bilatérale : Tendons anormaux s'ils contenaient une région hypoéchogène focale évidente à la fois sur les images longitudinales et transversales + hypoéchogénicité diffuse avec épaissement structurel dans la partie proximal du tendon. L'imagerie par échographie s'est avérée fiable et valide (cf introduction) pour détecter une TP. 	<p><u>Facteurs anthropométriques :</u></p> <p>Poids</p> <p>Taille</p> <p>Tour de taille</p> <p>Tour de hanches</p> <p>IMC</p> <p>Ratio taille-hanche</p>	<p>Concernant l'évaluation, elle a été faite au début de saison compétitive à l'aide de protocoles (non détaillés dans l'étude) présentant une fiabilité intra- et inter-évaluateurs acceptable (outils fiables et valides)</p>	<p>113 volleyeurs ont participé à l'étude (73 hommes et 40 femmes). Ils ont tous plus de 18 ans, ceci afin d'éviter des diagnostics différentiels de pathologie de croissance type Osgood-Schlatter.</p> <p>EN fonction du critère de jugement, ils sont divisés en 3 groupes :</p> <p>Groupe 1 = Contrôle imagerie normale (sain)</p> <p>Groupe 2 = imagerie anormale unilatérale</p> <p>Groupe 3 = imagerie anormale bilatérale.</p> <p>Les hommes et les femmes ont été séparés dans toutes les analyses car ils différaient bien évidemment significativement ($p < 0,05$) en fonction des facteurs anthropométriques.</p>

MALLIARAS (2006)[117]

Nom, type d'étude et objectifs	Définition et méthode d'évaluation du critère de jugement	Facteurs de risque étudiés	Méthode d'évaluation	Participants
<p>« Reduced ankle dorsiflexion range may increase the risk of patellar tendon injury among volleyball players »</p> <p>ETUDE TRANSVERSALE</p> <p>Le but de cette étude est d'étudier si les facteurs liés à l'extensibilité musculaire et articulaire, à la force (hauteur du saut, force de la flexion plantaire de la cheville) et au niveau d'activité (années de compétition de volley-ball, niveau d'activité) sont associés à la TP.</p>	<p>« Patellar tendon injury is characterised by abnormal imaging, with or without pain. Abnormal imaging may be present in 50% of competing volleyball players. When tendon abnormality is accompanied by pain it is classified as patellar tendinopathy »</p> <p>Le terme de lésion tendineuse désigne en fait ici une TP sans douleur.</p> <p>Le diagnostic de TP a été établi sur plusieurs critères :</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Douleur lors du SLDST (valide et fiable) ✓ Anomalie tendineuse à l'imagerie, repérée en aveugle par un échographe expérimenté qui a effectué une échographie bilatérale du tendon patellaire. Les tendons anormaux ont été définis comme hypoéchogènes dans les images longitudinales et transversales et/ou épaissis au niveau de la partie proximale du tendon. L'imagerie par échographie s'est avérée fiable et valide (comme mentionné dans l'introduction) pour détecter une TP. 	<p><u>Facteurs biomécaniques</u> :</p> <p>Amplitude active de flexion dorsale de cheville</p> <p>Force musculaire en flexion plantaire de cheville</p> <p>Les facteurs étudiés ont été mesurés sur une période de 4 semaines couvrant le début de la saison de volley-ball. Les évaluateurs de ces facteurs étaient en aveugle du diagnostic du critère de jugement.</p>	<p>WBLT (valide et fiable [109])</p> <p>Nombre maximum de montées sur pointe en unipodal que le via le SHRT (valide et fiable [118])</p>	<p>113 volleyeurs hommes et femmes pratiquant la compétition ont participé à l'étude. Ils ont été recrutés à partir de la Victorian State League en Australie Les joueurs de moins de 18 ans n'ont pas été recrutés afin d'éviter un éventuel diagnostic différentiel de pathologie de croissance. Ils pratiquaient au minimum 5h par semaine.</p> <p>En fonction du critère de jugement (échographie et douleur), 3 groupes sont formés :</p> <p>Groupe 1 = Contrôle, tendons normaux (sain)</p> <p>Groupe 2 = anomalie tendineuse sans douleur au single-leg-decline squat test</p> <p>Groupe 3 = tendinopathie patellaire (anomalie échographique et douleur)</p> <p>Les tendons douloureux sans anomalie tendineuse ont été exclus car il y avait une plus grande probabilité que la douleur soit due à une autre pathologie.</p>

3.2. Risques de biais des études incluses : analyse qualitative

3.2.1. Biais liés à la qualité méthodologique de l'étude

La grille d'analyse NOS a été utilisée (se référer à la partie « Méthode »).

Figure 19. Résultats de l'analyse NOS pour les études de cohorte - score /9

ETUDE	SELECTION				COMPARABILITE	OUTCOME			SCORE	QUALITE METHODOLOGIQUE
	1	2	3	4		5	6	7		
<i>item</i>										
De Vries et al (2014)	★	★	★		★	★	★	★	7	BONNE
Visnes et al (2013)	★	★	★	★	★		★	★	7	BONNE

Figure 20. Résultats de l'analyse NOS pour les études transversales - score /10

ETUDE	SELECTION				COMPARABILITE	OUTCOME		SCORE	QUALITE METHODOLOGIQUE
	1	2	3	4		5	6		
<i>item</i>									
Aiyegbusi et al (2019)	★	★	★	★★	★	★★	★	9	TRES BONNE
Mendonça et al (2018)	★	★	★	★	★★	★★		8	BONNE
Bisseling et al (2007)	★	★	★	★★	★★	★★		9	TRES BONNE
Malliaras et al (2007)	★	★	★	★★	★★	★★	★	10	TRES BONNE
Malliaras et al (2006)	★	★	★	★★	★★	★★	★	10	TRES BONNE

3.2.2. Synthèse des biais trouvés

Le concept de biais définit le manque de **validité interne** d'une étude, c'est-à-dire l'évaluation incorrecte de l'association entre une exposition et un facteur dans la population cible dans laquelle la statistique estimée représente mal la vraie valeur. Un biais consiste donc en une information fautive ou à une distorsion de la mesure dans l'association entre l'exposition à un facteur de risque et la survenue de la maladie. Les biais peuvent être classés selon l'étape de recherche à laquelle ils se produisent ou selon la « direction de changement » qu'ils entraînent. Les plus importants sont ceux apparaissant lors de la définition et la sélection de la population étudiée, la collecte de données et l'association entre le critère de jugement et différents facteurs. [119]

Différents types de biais peuvent donc être présents dans une étude scientifique analytique **observationnelle** (schéma que nous cherchons). Il apparaît important voire primordial de les lister et de les garder en tête lors de l'analyse des résultats et de la discussion qui suivra ensuite.

- **Biais propres à l'étude :**

Il s'agira souvent du **type d'étude**. Comme détaillé dans la partie « méthode, critères d'éligibilité de cette revue, types d'études », trois types de schémas d'étude sont retrouvés pour répondre à notre type de question. Il s'agit des études de cohorte (cohort study), cas-témoin/cas-contrôle (case-control study), et enfin des études transversales (cross-sectional study). Les études de cohorte permettant un suivi dans le temps des patients, ce sont les plus fiables. Elles sont suivies par les études cas-témoins et, enfin, par les études transversales qui présentent une moins bonne fiabilité du fait de l'analyse d'association de facteurs à un instant t, ce qui rend plus difficile l'interprétation de cette association comme facteur causalité.

Un financement donnant lieu à un conflit d'intérêt pourra également constituer un biais.

- **Biais de sélection [119] :**

Il intervient lorsque la population de l'échantillon étudié ne représente pas la population cible (effectif < 80/100). Par conséquent, la relation entre l'exposition au facteur étudié et la maladie diffère entre les personnes incluses dans l'étude et celles potentiellement éligibles à l'étude n'ayant pas été incluses. Dans cette perspective, notamment pour la recherche étiologique, la validité interne est un préalable à la validité externe. Étant donné que la relation exposition-maladie chez les non-participants est généralement inconnue, le biais de sélection ne peut être qu'hypothétique.

- **Biais de confusion [120] :**

Il se produit lorsque des facteurs ou des **variables supplémentaires sont associés** à la fois à l'exposition et à la pathologie, et ces facteurs supplémentaires peuvent avoir un effet sur l'apparition de la maladie. Ce type de biais représente un problème lors d'études épidémiologiques et notamment dans les études observationnelles où la distribution des variables parmi les sujets exposés et non exposés est déséquilibrée. Les variables de confusion peuvent ou non être évidentes ou connues : les plus courantes sont l'âge et le sexe (par exemple, un groupe d'étude composé à 80% de femmes alors que le groupe contrôle n'en contient que 30% peut constituer un biais de confusion si le sexe influe sur l'apparition de la maladie sans être étudié ni être considéré comme facteur de risque dans l'étude). Elles peuvent être prises en compte dans la conception de l'étude en utilisant techniques telles que la **randomisation**.

- **Biais de mesure [120] :**

Il reflète un écart dans les mesures obtenues par un outil de mesure ou un test visant à collecter des données soit du critère de jugement, soit des facteurs étudiés. Ce biais peut se produire à la fois objectivement et subjectivement et peut être uniforme ou non uniforme. Par exemple, un pied à coulisse électronique (outil de mesure) mal calibré, peut donner des mesures uniformément incorrectes. Lors d'évaluations subjectives, un biais de mesure non uniforme peut être introduit : c'est le cas par exemple avec un questionnaire scientifiquement non valide, ou lorsqu'il n'existe pas d'outil de référence. Il est donc important de relever le caractère fiable et valide des outils de mesures utilisés dans une étude lorsque cela est possible.

- **Biais d'évaluation [120] :**

Il intervient lorsque les évaluateurs (du critère de jugement et du facteur d'exposition/de risque étudié) ne sont pas **en aveugle** d'informations concernant les sujets telles que les résultats cliniques, paracliniques, la présence de la pathologie ou non, le groupe d'appartenance etc. Cela peut alors par exemple influencer la manière dont il va effectuer la mesure/le test ou encore son interprétation. Une étude en **double aveugle** désigne une étude dans laquelle à la fois l'examineur et le sujet de

l'étude sont en aveugle quant à l'affectation de groupe. Une mise en aveugle inappropriée peut conduire à une surestimation (le plus souvent) ou une sous-estimation des résultats.

Les résultats détaillés avec les justifications du risque de biais pour chaque étude sont disponibles en annexe 3.

	AIYEBUSI (2019)	MENDONCA (2018)	DE VRIES (2014)	VISNES (2013)	BISELING (2007)	MALLIARAS (2007)	MALLIARAS (2006)
BIAIS PROPRE A L'ETUDE	OUI	OUI	NON	NON	OUI	OUI	OUI
BIAIS DE SELECTION	NON	NON	NON	NON	OUI	NON	NON
BIAIS DE CONFUSION	MODERE	OUI	NON	NON	MODERE	NON	OUI
BIAIS DE MESURE	NON	MODERE	OUI	MODERE	OUI	NON	NON
BIAIS D'EVALUATION	NON	MODERE	NON	OUI	OUI	NON	NON

Figure 21. Tableau résumé des risques de biais de chaque étude en complément de la NOS (cf annexe 3)

AIYEBUSI (2019)	Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêt concernant la méthode de financement de leur étude.
MENDONCA (2018)	Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêt concernant la méthode de financement de leur étude.
DE VRIES (2014)	Pas d'information disponible concernant le financement de l'étude.
VISNES (2013)	Pas d'information disponible concernant le financement de l'étude.
BISELING (2007)	Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêt concernant la méthode de financement de leur étude.
MALLIARAS (2007)	Pas d'information disponible concernant le financement de l'étude.
MALLIARAS (2006)	Pas d'information disponible concernant le financement de l'étude.

Figure 22. Tableau résumé des moyens de financement de chaque étude

3.3. Résultats et effets des facteurs étudiés sur le critère de jugement

3.3.1. Critère de jugement principal

Pour toutes les études incluses dans cette revue, le critère de jugement principal est la présence ou non de **tendinopathie patellaire** chez le participant. Le diagnostic est basé sur des critères différents en fonction de l'étude, comme mentionné dans la partie « études incluses », lors de la présentation des articles.

3.3.2. Facteurs de risque étudiés

Dans cette partie, les résultats statistiques seront présentés sous forme de tableau, pour chaque article et pour chaque facteur étudié. La signification statistique est généralement représentée par la p-value et la signification clinique par les intervalles de confiance. Ces derniers outils ne sont en principe disponibles que dans les études longitudinales étant donné qu'une applicabilité à la population cible par affirmation de causalité entre un facteur et une pathologie ne peut pas être affirmée avec certitude dans une étude transversale qui manque de suivi dans le temps. Pour ce dernier type d'étude, on ne pourra donc que montrer une association entre le facteur et la TP (le calcul d'outils tels que l'IC, le RR ou l'OR ne sera pas possible, sauf tests à posteriori). Pour l'**interprétation des valeurs retrouvées**, se référer à la partie « Méthode », figure 16 : *Résumé des indicateurs et outils de mesure utilisés*.

3.3.2.1. Anthropométries

ETUDE	RESULTATS
AIYEBUSI 2019	<p align="center">Angle du quadriceps (angle Q)</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Chez les <u>hommes</u> : on observe une différence statistiquement significative entre les patients avec symptômes de TP ou anomalie échographique et ceux sans diagnostic de TP. p-value = 0,020 et f-value = 14,633 (éloignée de 1, ce qui signifie que l'hypothèse nulle (aucun effet du facteur sur le critère de jugement) tend à être fausse) et r de Pearson pour la sévérité des symptômes = 0,03 (p = 0,899) ✓ Chez les <u>femmes</u> : on n'observe pas de différence statistiquement significative entre les groupes avec et sans TP. p > 0,05 et f-value proche de 1, ce qui signifie que l'hypothèse nulle (aucun effet) tend à être vraie. Cela peut s'expliquer par le fait que les femmes ont physiologiquement un angle Q plus important que les hommes (cf « Discussion ») et r de Pearson pour la sévérité des symptômes = 0,159 (p = 0,706)
	<p align="center">Angle de torsion tibiale</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Chez les <u>hommes</u> : on n'observe pas de différence statistiquement significative entre les groupes avec et sans TP. p > 0,05 et f-value proche de 1. ✓ Chez les <u>femmes</u> en revanche, on observe une différence statistiquement significative entre les patients avec symptômes de TP ou anomalie échographique et ceux sans diagnostic de TP. p-value = 0,001 et f-value = 7,753 et r de Pearson pour la relation du facteur avec la sévérité des symptômes = - 0,120 (p = 0,778).
DE VRIES 2014	<p align="center">Taille, poids, IMC, sexe</p> <p>On observe des différences statistiquement significatives pour la taille, le poids et le sexe (p < 0,05). L'IMC en revanche ne semble pas être significativement différent entre les sujets avec et sans TP (p > 0,05). Entre 2008 et 2011, 13% (n = 51) des participants ont développés une TP.</p> <p>Cliniquement, pour la <u>taille</u> : chez les volleyeurs, OR = 1,3 (différent de 1) IC (1,1 – 1,5) (exclu la valeur nulle) = facteur de risque de TP Pour le <u>poids</u> : OR = 1,2 (différent de 1) IC (1 – 1,4) (exclu la valeur nulle) = facteur de risque de TP. Pour l'<u>IMC</u> : OR = 1 et IC (0,9 – 1,2) (effet nul)</p>
VISNES 2013	<p align="center">Taille, poids, tour de taille, épaisseur des plis cutanés</p> <p>Chez les <u>hommes</u> et chez les <u>femmes</u> : on n'observe pas de différence statistiquement significative (p > 0,05) ni de différence cliniquement significative (l'IC comprend la valeur 0 = effet nul du facteur sur le critère de jugement) entre les groupes avec et sans TP.</p>
MALLIARAS 2007	<p align="center">Poids, taille, tour de taille, tour de hanches, IMC, ratio taille-hanches</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Chez les <u>hommes</u> : on observe une différence statistiquement significative entre les patients avec anomalie échographique (TP) et ceux sans (toutes les p-values < 0,01), sauf pour la taille (p = 0,39). ✓ Chez les <u>femmes</u>, aucun des facteurs anthropométriques n'apparaît statistiquement significatif (taille : p = 0,90 ; poids : p = 0,07 ; IMC : p = 0,09 ; tour de taille : p = 0,13 ; tour de hanches : p = 0,10 ; ratio taille-hanches : p = 0,48). <p>Les tests à postériori ont alors été réalisés chez les hommes afin de démontrer s'il existe une association réellement significative entre la TP et les facteurs anthropométriques statistiquement significatifs. Le tour de taille chez l'homme apparaît être le facteur le plus significativement associé à la TP et ce de manière clinique : RR = 2,4 (différent de 1) CI (1,5 – 3,8) (exclu la valeur nulle). Présenter un tour de taille d'au moins 83 cm augmenterait de 2,4 fois le risque d'avoir une TP.</p>

3.3.2.2. Biomécaniques

ETUDE	RESULTATS
AIYEBUSI 2019	<p style="text-align: center;">Posture du pied</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Chez les <u>hommes</u> : on observe une différence statistiquement significative entre les patients avec symptômes de TP ou anomalie échographique et ceux sans diagnostic de TP, avec une plus forte <u>pronation</u> (FPI élevé). p-value = 0,010 et f-value = 9,418 et r de Pearson = -0,130 (p = 0,585) : effet délétère mais peu significatif concernant la sévérité des symptômes. ✓ Chez les <u>femmes</u> : on observe une différence statistiquement significative encore plus forte entre les patients avec symptômes de TP ou anomalie échographique et ceux sans diagnostic de TP avec une plus forte <u>pronation</u> (FPI élevé). p-value = 0,010 et f-value = 11,296 et r de Pearson = -0,525 (p = 0,181) : effet délétère mais peu significatif concernant la sévérité des symptômes. <p style="text-align: center;">Extensibilité des ischios-jambiers</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Chez les <u>hommes</u> : on observe une différence statistiquement significative entre les patients avec symptômes de TP ou anomalie échographique et ceux sans diagnostic de TP. p-value = 0,010 et f-value = 8,559 ✓ Chez les <u>femmes</u> : on observe une différence statistiquement significative entre les patients avec symptômes de TP ou anomalie échographique et ceux sans diagnostic de TP. p-value = 0,010 et f-value = 4,457 <p>Concernant la relation entre la sévérité des symptômes et les facteurs étudiés, l'hypo extensibilité des ischios-jambiers semble être le seul facteur de risque montrant une forte corrélation avec la sévérité des symptômes de la TP : coefficient de corrélation de Pearson r = -0,618 (H) et r = -0,664 (F) pour un p = 0,021 (H) et p = 0,042 (F). On note donc une corrélation de modérément à fortement négative (effet délétère du facteur sur le critère de jugement).</p> <p style="text-align: center;">Amplitude active de la cheville</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Chez les <u>hommes</u> : on observe une différence statistiquement significative entre les patients avec symptômes de TP ou anomalie échographique et ceux sans diagnostic de TP. p-value = 0,000 et f-value = 6,539 et r de Pearson = - 0,03 (p = 0,991) pour la corrélation avec la sévérité des symptômes. ✓ Chez les <u>femmes</u> : on observe une différence statistiquement significative entre les patients avec symptômes de TP ou anomalie échographique et ceux sans diagnostic de TP. p-value = 0,030 et f-value = 6,147 et r de Pearson = -0,425 (p = 0,294) pour la corrélation avec la sévérité des symptômes.
MENDONCA 2018	<p style="text-align: center;">Amplitude active en dorsiflexion de cheville, extensibilité de la bandelette iliotibiale, amplitude passive en RI de hanche, force musculaire des RE et des ABD de hanche en isométrique, alignement tige avant-pied (SFA)</p> <p>Il est important de noter que les facteurs étudiés sont difficilement interprétables seuls étant donné le modèle utilisé (arbre de probabilités, disponible en annexe 5, à consulter).</p>

Terminal node	PR (95% CI)
Node 3	0.24 (0.07-0.72)*
Node 5	3.38 (2.45-4.68)*
Node 7	1.55 (1.01-2.39)*
Node 8	0.59 (0.35 - 0.99)*
Node 9	1.30 (0.69-2.42)

Figure 23 : prevalence ratio PR (CI) of each terminal node of the CART

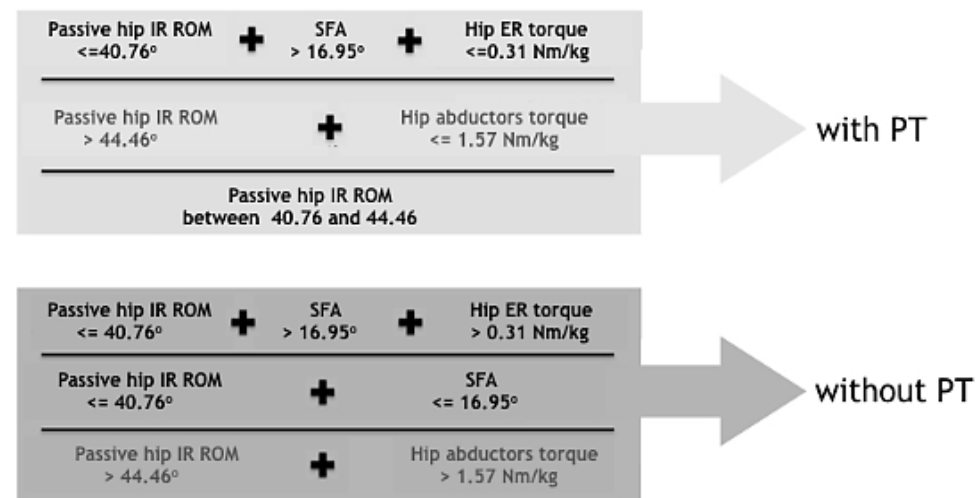


Figure 24 : interactions (profiles) revealed by CART. Interactions in bold were statistically

BISELING 2007

La stratégie d'atterrissage

- ✓ Force verticale de réaction au sol : **différence statistiquement significative** sur LR VGRF (F (2,29) = 3,02, $p < 0,05$), le test post-hoc a révélé une **tendance forte** de charge tendineuse plus élevée chez les PJK, par rapport à CON ($p = 0,05$).
- ✓ Cinématique articulaire : le LR VGRF est plus élevé dans PJK et s'accompagne d'une **différence statistiquement significative** sur la vitesse angulaire du genou (F (2,29) = 4,6, $p < 0,01$), ce qui entraîne des valeurs plus élevées pour PJK par rapport à CON ($p,0,01$) et RJK ($p,0,01$). Concernant l'angle de flexion de la cheville au moment du pic VGRF, une **différence statistiquement significative** a été trouvée (F (2,29) = 8,13, $p < 0,01$) en faveur d'une augmentation chez le groupe PJK.
- ✓ Cinétique articulaire : le taux de développement du moment angulaire de la cheville a montré un **effet principal significatif du groupe** (F (2,29) = 4,65, $p < 0,01$), où PJK a montré des **valeurs significativement plus élevées** que CON ($p, 0,05$) et RJK ($p, 0,05$). Le même schéma a été observé pour le taux de développement du moment angulaire du genou, qui a été affecté par le groupe (F (2,29) = 3,64, $p < 0,05$), où PJK a montré une tendance à des valeurs supérieures à CON ($p = 0,08$) et de manière **significative** des valeurs supérieures à RJK ($p < 0,05$). Le moment maximal du genou a montré un **effet principal significatif** du groupe (F (2,29) = 6,85, $p < 0,01$, n2), où CON a montré des valeurs de moment du genou supérieures à RJK ($p, 0,01$).

^s
 ✓ Energie articulaire : la puissance énergétique maximale du genou a montré un **effet principal significatif** du groupe ($F(2,29) = 8,63, p < 0,01$), où CON et PJK ont généré des valeurs de puissance maximale du genou plus élevées que RJK ($p, 0,01$). Seules des différences dans l'articulation du genou ont été trouvées. Le travail de l'articulation du genou a montré un **effet principal significatif** du groupe ($F(2,29) = 6,44, p < 0,01$). Un plus grand travail de l'articulation du genou a été trouvé pour CON que pour RJK ($p, 0,01$).

MALLIARAS 2006	Amplitude de flexion dorsale de cheville	
	<p>On note une différence statistiquement significative dans la plage de dorsiflexion de la cheville entre le groupe contrôle du tendon du côté droit ($p = 0,03$) et une tendance à une différence du côté gauche ($p = 0,08$) en faveur d'une diminution d'amplitude dans les groupes avec une imagerie anormale (TP).</p> <p>Pour les données des deux côtés du corps, des <u>tests post hoc</u> ont indiqué que les joueurs avec TP avaient une amplitude de dorsiflexion de la cheville significativement inférieure à celle des joueurs avec des tendons normaux. La <u>zone sous les courbes ROC</u> était de 0,70 sur le côté droit et 0,65 sur le côté gauche. Basé sur les coordonnées des courbes ROC, le score de dorsiflexion de la cheville qui a le plus précisément identifié les tendons avec une TP était de 45°. Cela signifie qu'il y avait une probabilité post-test d'environ 75 % ou plus que le tendon ne soit pas pathologique chez les joueurs avec une flexion dorsale de cheville > 45°. En revanche, il y avait une probabilité post-test d'environ 50 % ou moins que le tendon ne soit pas pathologique chez les joueurs avec une flexion dorsale de cheville <45°.</p>	<p>Afin de savoir si ces données étaient cliniquement significatives, le RR a été calculé ainsi que son IC : RR = 2,8 (IC 1,6 – 5,1) (droite) et RR = 1,8 (IC 1,0 – 3,2) (gauche). Le RR étant > 1, on peut en conclure qu'une amplitude réduite de flexion dorsale de cheville (<45°) représente un facteur favorisant de TP, et ce de manière cliniquement significative : avoir moins de 45° d'amplitude de flexion dorsale de la cheville augmentait le risque de TP de 1,8 à 2,8 fois.</p>
	Force musculaire en flexion plantaire de cheville	
<p>On ne remarque pas de différence statistiquement significative entre les groupes ($p = 0,95$ à droite et $p = 0,59$ à gauche).</p>		

4. Discussion

4.1. Analyse de principaux résultats

Voici deux tableaux résumés des facteurs retrouvés selon les articles. La couleur verte signifie un résultat significatif (statistiquement ou cliniquement) donc une association ou une causalité entre le facteur et la TP, la couleur rouge un résultat non significatif c'est-à-dire l'absence d'association, et la couleur orange signifie une association pour l'un des deux sexes uniquement (F = femme et H = homme).

FACTEURS ANTHROPOMETRIQUES

Figure 25. Résumé des facteurs anthropométriques étudiés et de leur association avec la TP

	POIDS	TAILLE	ANGLE Q	TOUR DE TAILLE	TOUR DE HANCHES	ANGLE TORSION TIBIALE	EPAISSEUR PLS CUTANES	RATIO TAILLE-HANCHES	IMC
AIYEBBUSI 2019			H			F			
DE VRIES 2014									
VISNES 2013									
MALLIARAS 2007	H			H	H			H	H

FACTEURS BIOMECANIQUES

Figure 26. Résumé des facteurs biomécaniques étudiés et de leur association avec la TP

	POSTURE DU PIED	EXTENSIBILITE IJ	FELXION DORSALE CHEVILLE	EXTENSIBILITE BIT	RI DE HANCHE	FORCE RE DE HANCHE	FORCE ABD DE HANCHE	FORCE FP DE CHEVILLE	ALIGNEMENT AVANT-PIED	STRATEGIE D'ATTERISSAGE
AIYEBBUSI 2019										
MENDONCA 2018										
BISELING 2007										
MALLIARAS 2006										

Pour chaque facteur étudié, nous garderons en tête les **critères de Bradford Hill**, qui permettent d'établir un lien de **causalité** entre deux facteurs associés [121] :

- **Association statistique** significative entre l'exposition et la maladie : nécessaire mais pas suffisant
- **Forte** intensité de l'association statistique (indicateurs statistiques élevés)
- Relation dose-effet (**gradient**) si disponible
- **Spécificité** (difficile à obtenir : il faudrait que le facteur ne soit la cause que de cette maladie)
- **Temporalité** (s'assurer de l'apparition du facteur avant la maladie) : primordial mais impossible dans les études transversales
- **Concordance** entre plusieurs études étudiant le même facteur ce qui renforce l'association
- **Plausibilité biologique/cohérence** des résultats d'après les connaissances scientifiques disponibles, en se basant sur le mécanisme physiopathologique connu de la maladie
- **Evidence expérimentale** si disponible

4.1.1. Facteurs anthropométriques

4.1.1.1. Taille

Visnes et Malliaras, dans leurs résultats, ne montrent **pas de différence** de taille statistiquement significative chez les volleyeurs hommes et femmes atteints de tendinopathie patellaire.

Dans l'étude de Malliaras, il n'était cependant pas possible d'affirmer la signification clinique de ces résultats, ce qui veut dire très certainement que ceux-ci ne sont applicables qu'à l'échantillon étudié et non pas à la population cible totale. Il est donc nécessaire de pondérer ces données.

Visnes étant une étude de cohorte, ces résultats sont plus fiables, et sont significatifs cliniquement.

Si l'on s'intéresse aux résultats rapportés par De Vries, la troisième étude étudiant la taille comme potentiel facteur de risque de tendinopathie patellaire, il semble qu'ils soient sensiblement différents puisque les auteurs ont rapporté des **différences statistiquement ET cliniquement significatives** entre les sujets avec et sans TP (chez les deux sexes, cf partie « Résultats et effets des facteurs étudiés sur le critère de jugement »). Cela signifie donc que les chiffres obtenus pour l'échantillon étudié peuvent être rapportés à la population cible.

Les résultats obtenus dans les études de cohorte de De Vries et Visnes semblent donc plus représentatifs de la réalité que ceux de l'étude transversale de Malliaras.

Cependant, les résultats des deux études de cohorte divergent, et il semble difficile de les départager.

D'après le critère de plausibilité biologique de Bradford Hill, il semblerait pourtant qu'une **taille plus importante** entraîne des **contraintes biomécaniques augmentées**, du fait des bras de levier tendineux et musculaires plus importants pouvant entraîner une **surcharge** du tendon patellaire. De plus, un sujet grand sautera globalement à des hauteurs plus importantes que quelqu'un de taille inférieure, ce qui augmente également les contraintes mécaniques liées aux forces développées lors de la propulsion et de l'atterrissage du saut. Cela confirmerait les résultats d'études précédentes incluses dans l'introduction.

4.1.1.2. Poids

L'étude de Visnes ne retrouve **pas de différence** statistiquement et cliniquement significative entre les sujets avec et sans TP.

Les études de Malliaras et De Vries rapportent des résultats convergents en faveur d'une **augmentation du poids** chez les joueurs présentant une TP, excepté pour les femmes dans l'étude de Malliaras.

De même que pour l'étude de la taille, il est nécessaire d'interpréter avec prudence les résultats de l'étude de Malliaras étant donné son schéma d'étude transversale.

Les deux études de cohortes, De Vries et Visnes, montrent à nouveau des résultats contradictoires.

Cette deuxième étude semble apporter des résultats plus significatifs d'un point de vue clinique étant donné qu'un OR a été calculé (OR = 1,2) ce qui signifierait que le poids serait un **facteur de risque** de TP. Cela semblerait logique étant donné la surcharge tendineuse potentiellement entraînée par un poids plus conséquent (critère de plausibilité biologique/cohérence de Bradford Hill): ces résultats sont **confirmés** par une revue de 2011 [51].

4.1.1.3. Angle Q

L'étude de 2019 d'Aiyegbusi, seul article à étudier l'angle du quadriceps chez les volleyeurs avec et sans TP, rapporte une **différence statistiquement significative** chez les hommes uniquement, avec une **augmentation** de l'angle Q chez les joueurs atteints de TP (avec symptômes et imagerie concordants).

Les femmes avec TP ont un angle Q plus important que les femmes saines, mais de manière non significative. La raison de cette différence entre les deux sexes est justifiée par les auteurs de la manière suivante : les femmes ayant naturellement un angle de valgus physiologique plus important que celui des hommes, leur angle Q est physiologiquement plus grand (cf introduction = norme chez l'homme : 8 à 15° et chez la femme : 12 à 19° car le valgus physiologique est plus important), ce qui pourrait entraîner des compensations biomécaniques qui n'ont que peu impacté la variation de l'angle Q chez le sexe féminin, entraînant des modifications probables sur d'autres facteurs (cf la partie sur l'angle de torsion tibiale). Ceci peut donc expliquer pourquoi au moment de l'étude, on n'a pas relevé de différence significative chez les femmes avec et sans TP, que cette dernière soit symptomatique ou non.

Pour rappel, au plus l'angle Q est grand (rotation externe du tibia ou interne du fémur) au plus les contraintes sur l'appareil extenseur seront importantes, du fait de la modification de l'alignement entre les tendons quadricipital et patellaire. Cela peut augmenter le risque de valgus dynamique lors des sauts.

4.1.1.4. Tour de taille

Visnes et Malliaras (2007) ne rapportent **pas de différence significative** concernant le tour de taille entre les femmes avec et sans TP pratiquant le volleyball à haut niveau.

Chez les hommes en revanche, les résultats de Malliaras montrent une **différence statistiquement significative** entre les sujets avec et sans TP en faveur d'une **augmentation du tour de taille** associée à la TP :

D'après la courbe ROC effectuée, un tour de taille égal à **83 cm** a été identifié comme étant le plus souvent mesuré chez les joueurs avec une **imagerie anormale** (diagnostics bilatéral et unilatéral confondus). Concrètement, cela signifie qu'il existe une probabilité post-test d'environ 74% que des

joueurs ayant un tour de taille supérieur à 83 cm ait une imagerie anormale du tendon patellaire, montrant des lésions de type TP, que ce soit en unilatéral ou des deux côtés. De la même façon, des joueurs avec un tour de taille inférieur à 83 cm ont environ 15% de chances de présenter des lésions du tendon patellaire à l'imagerie.

Le tour de taille est le seul facteur étudié par Malliaras ayant une **relation aussi forte** avec le critère de jugement (RR = 2,4 CI (1,5 – 3,8) : avoir un tour de **taille supérieur à 83 cm entraînerait 2,4 fois plus de risque d'avoir une TP.**

Concernant les raisons pour lesquelles un tour de taille important semble être un facteur associé à la TP, il apparaît tout d'abord évident qu'un tour de taille élevé étant généralement associé à une masse corporelle plus importante (**poids**), cela va entraîner des **contraintes** plus élevées sur l'appareil extenseur et donc sur le tendon patellaire. En effet, la force musculaire à développer pour effectuer un saut sera plus importante, de même que celle nécessaire à la phase d'atterrissage, durant laquelle le quadriceps travaille en excentrique afin de freiner la flexion de genou.

Il faut cependant rester prudent quant à ces résultats : le tour de taille est bien un facteur associé à la TP, mais peut-être n'est-il pas un facteur causal de celle-ci. Etant donné le modèle de cette étude, il est difficile de savoir si la TP est apparue avant ou après l'augmentation du tour de taille (critère de temporalité de Bradford Hill). Des études longitudinales, avec suivi dans le temps, auraient été mieux adaptées et auraient pu montrer s'il existait une signification clinquée à ces résultats.

4.1.1.5. Tour de hanches

De même que pour le tour de taille, le tour de hanches semble **significativement augmenté** chez les joueurs masculins atteints de TP par rapport aux joueurs sains, ce qui n'est pas le cas chez les femmes (Malliaras 2007).

La corrélation entre le tour de hanches et la TP est bien présente, mais semble moindre que celle du tour de taille. Les raisons de cette relation entre le tour de hanches et la TP semblent être les mêmes que pour l'association de la maladie avec le tour de taille (marqueur d'une **augmentation du poids** et donc d'une certaine augmentation des **contraintes**).

Nous pouvons donc naturellement nous intéresser au ratio de ces deux mesures anthropométriques.

4.1.1.6. Ratio taille-hanches

D'après Haufs et al. [122] :

$$\text{Ratio taille-hanches (RTH)} = \frac{\text{tour de taille (cm)}}{\text{tour de hanches (cm)}}$$

Parmi les études incluses dans cette revue, seule celle de Malliaras (2007) s'est intéressée à l'analyse du ratio taille-hanches chez les joueurs atteints de TP en comparaison aux joueurs sains. Les résultats montrent un **ratio augmenté** chez les hommes atteints de TP, de manière **statistiquement significative**. Pas de différence notable chez les femmes.

D'après les résultats de cette étude pour le tour de taille et le tour de hanches, il semble évident d'obtenir de telles données pour le ratio taille-hanches. En effet, le tour de taille (numérateur dans la formule de calcul du ratio) apparaît comme être le facteur **le plus significativement associé** à la TP, et ce de manière chiffrée plus forte que le tour de hanche (dénominateur dans la formule de calcul), ce qui explique un RTH augmenté chez les volleyeurs masculins atteints de TP.

4.1.1.7. Angle de torsion tibiale

Aiyegbusi montre une **augmentation de l'angle de torsion tibiale** (ATT) chez les femmes uniquement, de manière **statistiquement significative** par rapport aux joueuses saines.

Comme mentionné dans l'introduction, une torsion tibiale externe excessive est marquée par un ATT supérieur à 15°. Ce cas de figure correspond bien à celui des joueuses étudiées par Aiyegbusi.

Comme l'angle Q, l'ATT est logiquement **plus important** chez les femmes que chez les hommes à cause du valgus physiologique (torsion tibiale externe plus importante). On remarque bien grâce aux mesures effectuées que les joueuses avec TP présentent un ATT significativement plus important que les joueuses saines, ce qui renforce l'obtention de chiffres d'angle Q plus importants chez les femmes atteintes de TP (bien qu'ils soient jugés insuffisants d'un point de vue statistique).

L'utilisation du coefficient de corrélation de Pearson nous montre qu'il n'existe **pas de corrélation** entre la sévérité des **symptômes** et l'ATT.

4.1.1.8. IMC

D'après Borga et al. [123] :

$$\text{Indice de masse corporelle (IMC en kg/m}^2\text{)} = \frac{\text{poids (kg)}}{\text{taille}^2 \text{ (m)}}$$

Malliaras (2007) ne retrouve une **différence statistiquement significative** concernant l'indice de masse corporelle augmenté que chez les groupes **masculins** avec TP en comparaison au groupe sain, ce qui semble cohérent étant donné les résultats de poids augmenté (TP) et de taille inchangée retrouvés par cette étude : on a donc l'augmentation d'un des deux facteurs (le numérateur) qui entre en compte dans le calcul de l'IMC (**poids/taille²**), ce qui **augmente** le résultat de ce dernier.

De Vries, l'étude de cohorte, ne remarque quant à elle **aucune différence statistiquement et cliniquement significative** entre les groupes, ce qui peut paraître étonnant étant donné que les résultats ont montré une augmentation statistiquement et cliniquement significative de la taille et du poids chez les joueurs atteints de TP. L'explication réside dans le fait que la taille, dénominateur dans la formule de l'IMC, est proportionnellement **plus augmentée** que le poids, numérateur, chez les sujets présentant une TP. Ceci entraîne donc plutôt une **baisse de l'IMC**, alors que les deux facteurs (taille et poids) sont plus importants. Ce résultat est donc à interpréter avec prudence, et l'IMC ne semble pas constituer un indicateur représentatif de l'association du poids et de la taille avec la présence de TP.

Individuellement, on peut cependant considérer ces deux facteurs (taille et poids) comme significativement associés à la TP, et ce de manière clinique.

4.1.1.9. *Épaisseur des plis cutanés*

Visnes (2013) ne rapporte **aucune différence significative** entre les groupes. Cependant, dans les résultats de l'étude, on s'aperçoit que les quatre épaisseurs de plis cutanés mesurées (biceps, triceps, subscapulaire et supra iliaque) ont été ajoutées afin de donner un seul et même chiffre de « test d'épaisseur de la peau ». Il est donc impossible de savoir quelles étaient les différences pour chaque pli cutané, si elles existaient, entre les joueurs sains et ceux ayant développé une TP.

Ces résultats ne sont donc pas interprétables.

4.1.2. Facteurs biomécaniques

4.1.2.1. *Posture du pied*

L'indice postural du pied (FPI) a été utilisé afin de mesurer la position du pied [124] :

- $-3 < \text{FPI} < 0$: pied en supination
- $10 > \text{FPI} > 0$: pied en pronation
- $\text{FPI} = 0$: pied neutre

L'étude transversale d'Aiyegbusi montre une **différence statistiquement significative** chez les volleyeurs des deux sexes avec une plus forte tendance à la **pronation** chez les joueurs atteints de TP (notamment chez les femmes).

On remarque tout de même une légère pronation chez les groupes sains et asymptomatiques. Les groupes symptomatiques présentent une **pronation importante** (FPI proche de 10).

L'étude étant transversale, il est difficile de savoir si la pronation accentuée est due à la douleur de la TP ou bien si c'est cette pronation excessive qui a entraîné la TP (critère temporalité de Bradford Hill). On remarque que dans le groupe A (imagerie positive mais aucun symptôme clinique), le FPI est proche de celui du groupe sain (groupe B), ce qui amènerait plutôt à penser que c'est la première hypothèse qui tend à être vraie. Cependant, l'utilisation du coefficient de corrélation de Pearson nous montre qu'il n'existe **pas de relation** entre la sévérité des **symptômes** et la posture du pied.

Pour voir plus loin, des recherches complémentaires ont été effectuées. Il en ressort des avis partagés quant à l'association potentielle de la posture du pied et de la tendinopathie patellaire :

La revue de littérature de Neal et al. [125] vient confirmer les résultats de l'étude d'Aiyegbusi : un pied en **pronation** est considéré comme un **potentiel facteur de risque** de blessures du membre inférieur par surutilisation, du fait de l'altération du potentiel d'absorption du membre inférieur via le pied, ce qui peut influencer l'apparition de TP.

Dans leur étude transversale, Groot et al. [126] ne rapportent au contraire **aucune association** entre un pied en pronation et des symptômes cliniques ou paracliniques de TP.

Aux vues de la meilleure qualité méthodologique de la revue par rapport à celle de l'étude de Groot et al., les résultats semblent **plus significatifs**. De plus, Il apparait également logique d'un point de vue biomécanique qu'un pied en pronation accentuée d'avantage le valgus du genou (notamment en dynamique), la rotation tibiale externe et donc entraîne une augmentation de l'angle Q, facteur associé avec la TP.

C'est également ce que nous prouve Wyndow et al. [127] pour lequel une **mobilité plus importante de l'arrière et du médio-pied** (risque de pronation active plus importante, lors de la réception d'un saut par exemple) associée à une limitation de la flexion dorsale de la cheville entraînent une **augmentation de l'angle de projection du plan frontal du genou** (FPPA, représentatif du valgus dynamique du genou associé à l'angle Q) lors d'un SLDST. Cela nous amène justement à l'étude du facteur suivant :



Figure 27. Mesure du FPPA (en degrés), représentatif du valgus dynamique du genou

4.1.2.2. Amplitude active de flexion dorsale de cheville

L'amplitude de flexion dorsale de cheville est le **facteur le plus étudié** par les articles inclus dans cette revue, ce qui nous garantit une meilleure **confrontation** des résultats.

Deux études transversales, celles d'Aiyegbusi et de Mendonça, étudient l'amplitude active disponible chez les sujets avec et sans TP, avec deux méthodes différentes : le goniomètre et le WBLT.

Aiyegbusi arrive à la conclusion que chez les hommes et femmes volleyeurs de haut niveau atteints de TP, on observe une **diminution statistiquement significative de l'amplitude de flexion dorsale** disponible, en charge, en comparaison aux joueurs sains.

Mendonça ne rapporte pas de résultat significatif quant à l'amplitude de flexion dorsale de cheville.

L'étude de Malliaras de 2006 rejoint les données de l'étude d'Aiyegbusi, et nous donne en plus, grâce à l'utilisation du WBLT, des **résultats plus significatifs**, applicables à l'ensemble de la population cible car à l'utilisation d'outils statistiques supplémentaires (courbe ROC, RR). Voici les données obtenues à droite (côté le plus significatif) :

D'après la courbe ROC effectuée, une amplitude de flexion dorsale **égale à 45°** a été identifiée comme étant la mesure d'amplitude la plus fréquente chez les joueurs présentent une TP. Concrètement, cela signifie qu'il existe une probabilité post-test d'environ 75% ou plus que des joueurs ayant une amplitude de FD de cheville inférieure à 45° présentent un diagnostic de TP. De la même façon, des joueurs avec une amplitude FD supérieure à 45° ont environ 50% de chances ou moins de présenter des lésions du tendon patellaire.

L'amplitude de flexion dorsale de cheville est le seul facteur étudié par Malliaras ayant une **relation aussi forte** avec le critère de jugement (à droite RR = 2,8 CI (1,6 – 5,1 // à gauche RR = 1,8 CI (1,0 – 3,2)) : avoir une amplitude de FD inférieure à 45° entraînerait 2,8 fois plus de risque d'avoir une TP (en

se basant sur les résultats du côté gauche). A ce stade, malgré la concordance des résultats des études d'Aiyegbusi et de Malliaras, ceux-ci sont à **interpréter avec prudence** étant donné le schéma d'étude transversale. On ne peut en effet pas parler de causalité puisqu'on ne sait pas si c'est le manque de dorsiflexion qui est à l'origine de la TP ou si c'est la pathologie qui a entraîné une douleur et donc une réduction de la plage de FD active.

Une méta-analyse de 2018 issue de recherches supplémentaires confirme cependant la première hypothèse concernant l'importance de la cheville lors de l'atterrissage [128] :

Une hypothèse principale a été retenue afin d'expliquer cette association entre le manque de FD et la TP : la cheville joue un **rôle très important** dans lors d'un saut (d'après la figure 28) : c'est l'articulation du membre inférieur qui contribue la plus à **l'absorption de l'énergie** lors de l'atterrissage d'un saut vertical. En effet, durant la phase d'atterrissage, l'avant-pied prend d'abord contact avec le sol puis la cheville va vers la flexion dorsale. Ce mouvement est couplé avec le travail excentrique de l'appareil extenseur, ce qui permet d'absorber l'énergie au maximum. Lors de l'atterrissage d'un saut, une FD limitée va donc entraîner des répercussions sur les articulations sus-jacentes, notamment sur le genou dont la flexion se trouvera limitée : les **forces de réaction au sol augmentent** alors de façon considérable [129].

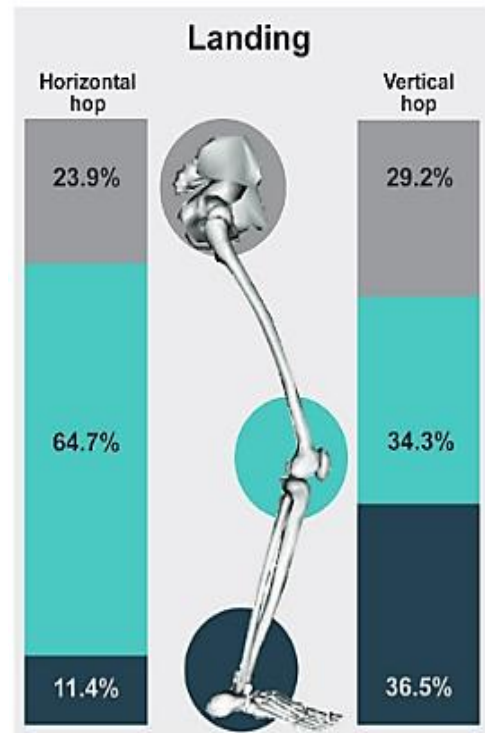


Figure 28. Pourcentage de contribution du travail des articulations du membre inférieur lors de l'atterrissage [141]

Si l'amplitude de FD n'est pas suffisante, la biomécanique d'atterrissage peut être altérée et l'appareil extenseur recevra une charge excessive ce qui peut entraîner à long terme des lésions tendineuses de surutilisation, de type tendinopathie patellaire. Afin d'appuyer ces informations, rappelons également que comme mentionné dans la partie précédente sur la posture du pied, une limitation de la flexion dorsale de la cheville entraîne une **augmentation de l'angle de projection du plan frontal du genou** [127] (FPPA, représentatif du valgus actif du genou associé à l'angle Q) lors d'un SLDST.

Nous entrerons dans les détails biomécaniques dans la partie « stratégie d'atterrissage ».

4.1.2.3. Extensibilité des ischio-jambiers

Une **raideur des ischio-jambiers** (hypoextensibilité) est retrouvée chez les joueurs femmes et hommes d'après l'étude d'Aiyegbusi. L'utilisation du SART a mis en évidence ce facteur était associé à la sévérité des symptômes de la TP, ce qui est en adéquation avec une revue de 2018 étudiant les facteurs de risque modifiables de la TP [128].

L'utilisation du coefficient de corrélation de Pearson par Aiyegbusi nous montre qu'il existe une **corrélation significative** entre la sévérité des **symptômes** et l'hypoextensibilité des IJ.

Une hypothèse peut être que la **raideur musculaire prédispose aux blessures** du membre inférieur, puisqu'une baisse de l'extensibilité altère aisément la biomécanique du genou. Cela va augmenter les forces de tractions sur les tendons, ce qui va entraîner une surcharge.

Les deux principaux résultats d'une étude supplémentaire, celle d'Alonso et al. [130] qui étudie la relation entre l'extensibilité des IJ et la mécanique du genou peuvent nous fournir une explication supplémentaire quant à cette **modification de la mécanique du genou** :

- L'extensibilité des ischio-jambiers n'affecte pas le couple maximal de force de flexion du genou
- Mais l'extensibilité des ischio-jambiers affecte en revanche **l'angle auquel le couple maximal de force se produit** et la forme de la relation angle-couple de force s'en retrouve donc modifiée.

4.1.2.4. *Extensibilité de la bandelette ilio-tibiale*

L'étude de Mendonça (2018) ne relève **pas d'association significative** entre l'extensibilité de la BIT et la TP. Cependant, une autre étude de Mendonça moins récente (2015) rapporte les résultats suivants [131]:

La flexibilité de la BIT est généralement étudiée comme un **facteur lié à l'alignement rotulien**, et peut donc être associée à des **lésions** musculosquelettiques variées. Les résultats de la courbe ROC de cette étude ont révélé un seuil significatif d'extensibilité de la BIT de $-0,02^\circ/\text{kg}$, ce qui était proche de la **position neutre** de la hanche. Les valeurs **inférieures** à ce seuil indiquent une tendance à **l'adduction** de la hanche pendant le test d'Ober (OT) puisque la bande n'a pas la résistance nécessaire au mouvement généré par le poids du membre inférieur. Les athlètes dont **l'extensibilité de la BIT est inférieure à $-0,02^\circ/\text{kg}$** auraient donc plus de chances de présenter une TP.

D'après les auteurs, une hypothèse pouvant expliquer ceci pourrait être lié aux connexions de la BIT avec le rétinaculum patellaire et les fascias du quadriceps. De ce fait, la BIT jouerait un rôle considérable dans la **stabilisation** de la patella. En ce sens, une BIT plus rigide pourrait augmenter la stabilisation patellaire au moyen d'une tension du rétinaculum appropriée.

De plus, la bandelette pourrait contribuer au **transfert d'énergie** de la hanche vers le genou et **limiter ainsi la sollicitation de l'appareil extenseur**, notamment du quadriceps et par conséquent du tendon patellaire, lors d'activité de réception de saut par exemple.

Cette hypothèse semble tout à fait plausible étant donné les raisons anatomo-physiologiques évoquées. Notons également que ces résultats sont **statistiquement et cliniquement significatifs** ($p = 0,006 / PR = 5,26$ CI (1,6 – 16,6)) en faveur d'un risque augmenté de TP associé à une **hyperextensibilité de la BIT**. De plus, les résultats pour ce facteur peuvent être interprétés indépendamment des autres facteurs contrairement à l'étude de 2018.

4.1.2.5. *Amplitude passive de rotation interne de hanche*

D'après l'étude de Mendonça, une **amplitude de rotation interne de hanche inférieure à $40,7^\circ$** serait associée à l'apparition de la TP. Cependant, comme mentionné dans la partie « Résultats », il est nécessaire de rappeler que le modèle utilisé dans cette étude transversale (arbre de probabilité CART) ne permet pas de juger de **l'association** d'un facteur de manière individuelle. Il faut alors regarder les différentes branches et modèles type de présentation de la TP (annexe 5) et s'assurer que tous les facteurs soient présents afin de juger d'une association.

Le modèle typique du sujet ayant 55% de plus de risque de développer une TP serait le suivant :

- Amplitude de rotation interne de hanche < 40,7°
- Alignement de l'avant pied (SFA) > 16,9°
- Force des rotateurs externes de hanche < 0,31 Nm/kg

Néanmoins et d'un point de vue biomécanique (afin de respecter le critère de plausibilité et de cohérence biologique de Bradford Hill), il semblerait plus logique qu'une **amplitude de RI trop importante (ou qu'une amplitude de RE trop réduite)** soit un facteur associé à la TP du fait qu'elle entrainerait plus facilement un valgus dynamique (angle Q augmenté associé à une RI excessive du fémur et une RE excessive du tibia). De plus, l'étude d'amplitude passive semble peu pertinente dans la population cible. Il est donc intéressant d'étudier à présent les facteurs musculaires de la hanche.

4.1.2.6. Force musculaire en isométrie des rotateurs externes et des abducteurs de hanche

Comme mentionné dans la partie ci-dessus sur l'amplitude de hanche, la force musculaire des rotateurs externes et de abducteurs de hanche ne peuvent être indépendamment associée à la TP. Couplée à d'autres facteurs, la **limitation ces deux paramètres apparait comme facteur associé** à l'apparition de la TP.

Contrairement à l'amplitude de RI de hanche, il paraît tout à fait logique d'une diminution de la force des abducteurs de hanche entraînent une mauvaise stabilisation du membre inférieur lors de la phase de réception et donc un valgus dynamique ce qui augmente la charge du tendon. Une faiblesse associée des rotateurs de hanche va accentuer ce mauvais contrôle postural puisque le fémur partira en rotation interne en plus de l'adduction, entraînant le genou (cf figure 27).

D'après une récente étude de 2021 [132], les sujets avec TP présenteraient de manière cliniquement significative une **adduction** de hanche augmentée lors de la réception du saut et une rotation externe de cheville/tibia accrue. On retrouverait aussi une **mobilité patellaire augmentée** avec une importante différence sur la mobilité latérale par rapport au groupe contrôle sain.

Une étude de 2020 vient confirmer ceci [133] :

Le valgus dynamique exagéré est notamment dû à une **faiblesse musculaire** des **abducteurs** de hanches et des muscles du **caisson abdominal** qui vont être dans l'incapacité de contrôler correctement le bassin. Celui-ci va alors perdre son horizontalité et va se latéropulser du côté en charge (exemple lors d'un squat à une jambe, et lors d'un saut sur une jambe), le fémur va de ce fait partir en **adduction**. Cette dernière va être accentuée par une **rotation interne excessive** (ce qui tend à confirmer l'hypothèse évoquée concernant l'amplitude de rotation interne de hanche), due à la **faiblesse des rotateurs externes** de hanche.

Il serait également judicieux lors de prochaines recherches d'étudier la **tonicité** du caisson abdominal chez les sujets avec et sans TP afin de comparer si ce facteur peut y être **associé**.

4.1.2.7. Alignement de l'avant-pied (SFA)

D'après l'étude de Mendonça, un **SFA > 16,9°**, associé à d'autres facteurs (voir ci-dessus) constituerait un facteur associé à l'apparition de TP.

Une valeur positive signe un avant-pied en **varus** relatif par rapport à l'arrière-pied, qui se retrouve donc en valgus (**pronation**) relatif [134].

D'après Mendonça (2015), un SFA > 24° serait **associé** à la TP de manière **statistiquement et cliniquement significative** ($p = 0,013$ / PR = 4,42 CI (1,1 – 17,7)). Cette étude nous apporte plus d'informations quant à la justification de tels résultats : un alignement de l'avant-pied en varus augmenté conduit à une **pronation excessive** du pied de manière relative (rappelons que le test du SFA est effectué en décharge donc moins pertinent) et rendrait ainsi le pied trop « flexible » afin de fonctionner comme une sorte de levier rigide d'aide à la propulsion, ce qui peut modifier le schéma de mouvement nécessaire à la production d'un geste sportif approprié. Cette modification, effectuée de manière répétitive, pourrait entraîner un stress excessif du tendon patellaire et donc un risque accru de TP.

D'après une étude récente (2021) de Fajardo et al. [135], les **caractéristiques complexes du pied** peuvent influencer les **schémas de mouvement du membre inférieur** pendant la marche. Cette étude nous confirme le fait qu'un **alignement augmenté de l'avant-pied** en varus est associé de manière **statistiquement significative à une pronation augmentée** du pied et à une **rotation interne** importante de la **hanche** durant le **mouvement**. Ces informations rejoignent celles d'autres études citées précédemment, notamment dans les parties ci-dessus sur les facteurs de force des abducteurs et des rotateurs externes de hanche, et sur l'extensibilité de la bandelette ilio-tibiale.

4.1.2.1. *Force en flexion plantaire de cheville*

Malliaras (2006) a étudié ce paramètre. Les résultats ne rapportent **pas d'association significative** avec la TP. Ceci est probablement dû, d'après les auteurs, au fait que les mesures effectuées, bien que valides, n'étaient pas appropriées du fait qu'elles n'évaluaient pas la capacité de contraction **excentrique** associée à la **flexion dorsale** (paramètre associé à la TP) lors de la réception d'un saut, mais plutôt la force en **concentrique** avec une composante **d'endurance**. Peut-être aussi que l'analyse n'a pas été faite de manière assez analytique, puisque la force des fléchisseurs plantaires de cheville a été mesurée de manière globale.

Les auteurs supposent tout de même que **l'altération du couplage entre le mouvement de dorsiflexion de la cheville et la contraction excentrique** des muscles du mollet entraînent certainement un risque accru de TP, étant donné le **rôle très important de la cheville** tant d'un point de vue articulaire que musculaire dans la mécanique d'atterrissage.

4.1.2.2. *Stratégie d'atterrissage*

À présent que nous avons rendu compte de ce que rapportait la littérature incluse dans cette revue sur différents facteurs individuels, nous allons nous intéresser à un dernier facteur plus complet, qui va probablement dépendre de ceux précédemment évoqués.

Il s'agit de la stratégie d'atterrissage, étudiée par l'étude transversale de Bisseling grâce à deux variables principales : **VGRF** (force de réaction au sol) et **LR VGRF** (pic de force de réaction au sol). Le but étant de relever des **valeurs angulaires** de hanche, genou et cheville correspondant au pic de force de réaction au sol ainsi que les vitesses associées aux mouvements. Des sauts de hauteurs différentes ont été effectués.

L'analyse et la comparaison de données entre les joueurs de volley-ball, inclus dans les groupes « control » (CON), « previous jumper's knee » (PJK, asymptomatique) et « recent jumper's knee » (RJK, symptomatique), indique qu'une **stratégie d'atterrissage plus rigide** pour s'adapter aux forces d'impact pourrait être un **facteur de risque** de développer une TP. Pour plusieurs des variables biomécaniques (dont les vitesses angulaires du genou significativement plus élevées, un moment angulaire de flexion plantaire de cheville d'apparition plus précoce et d'un pic de réaction au sol plus élevé) représentant la raideur du genou lors de l'atterrissage, les volleyeurs ayant des antécédents de TP ont montré des valeurs plus importantes que les joueurs du groupe contrôle et ceux ayant une TP récente.

Conformément à Louwet et al., le degré de flexion du genou au moment VGRF maximal a été mesuré, et peut être considéré comme **cliniquement plus pertinent** que la flexion maximale du genou :

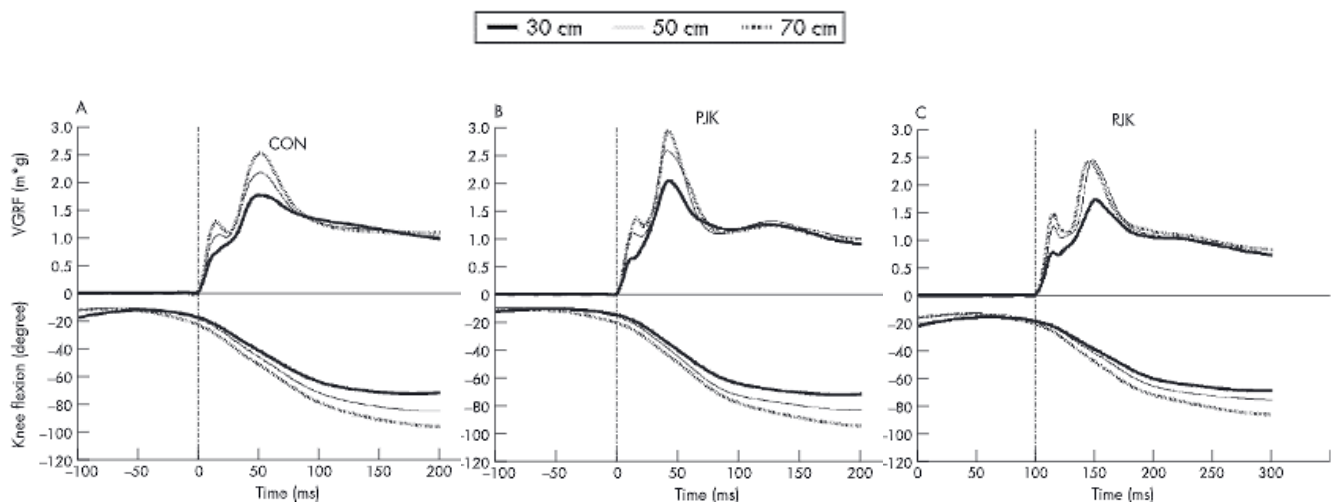


Figure 29. VGRF et flexion de genou lors d'atterrissage de saut à 30, 50 et 70 cm de haut pour les groupes CON, PJK et RJK

D'après la figure 29, au plus la hauteur du saut augmentait, au plus la raideur du membre inférieur augmentait aussi. En effectuant une stratégie d'atterrissage plus **rigide**, le tendon patellaire est soumis à une **contrainte** plus élevée. Par rapport à CON, RJK a montré une stratégie d'atterrissage qui a conduit à des charges excentriques plus **faibles**, caractérisées par un moment de pointe du genou plus faible et des valeurs de travail et de puissance du genou plus faibles. Le temps de réaction est également plus **lent**. La stratégie d'atterrissage par RJK pourrait être interprétée comme une **conséquence de la douleur** associée à la TP.

Bien que cette recherche ait été menée avec un nombre relativement **restreint** de sujets, qui a influencé les tailles d'effet trouvées dans cette étude (biais de sélection), la stratégie d'atterrissage effectuée par PJK pourrait être interprétée comme un facteur de risque possible et rendre le joueur vulnérable à la TP. Cependant, en raison du schéma transversale de cette étude, la stratégie d'atterrissage « plus rigide » réalisée par le groupe asymptomatique PJK **ne peut pas être directement attribuée** en tant que **mécanisme causal** de la tendinopathie patellaire (critère de temporalité), bien que cela soit probable (critère de plausibilité et de cohérence biologique). Une étude prospective longitudinale est nécessaire pour confirmer si la stratégie d'atterrissage représente cliniquement un facteur de risque de TP.

Une autre étude de Visnes de 2013 [136] rapporte également que les joueurs présentant une habilité naturelle à sauter plus haut que les autres ont un risque accru de développer une TP. Ces résultats sont cliniquement significatifs puisque l'OR rapportait un résultat de **2,09 (95% CI 1,03 – 4,25)** par cm de plus au test de mesure de la hauteur du saut (CMJ : counter movement jump).

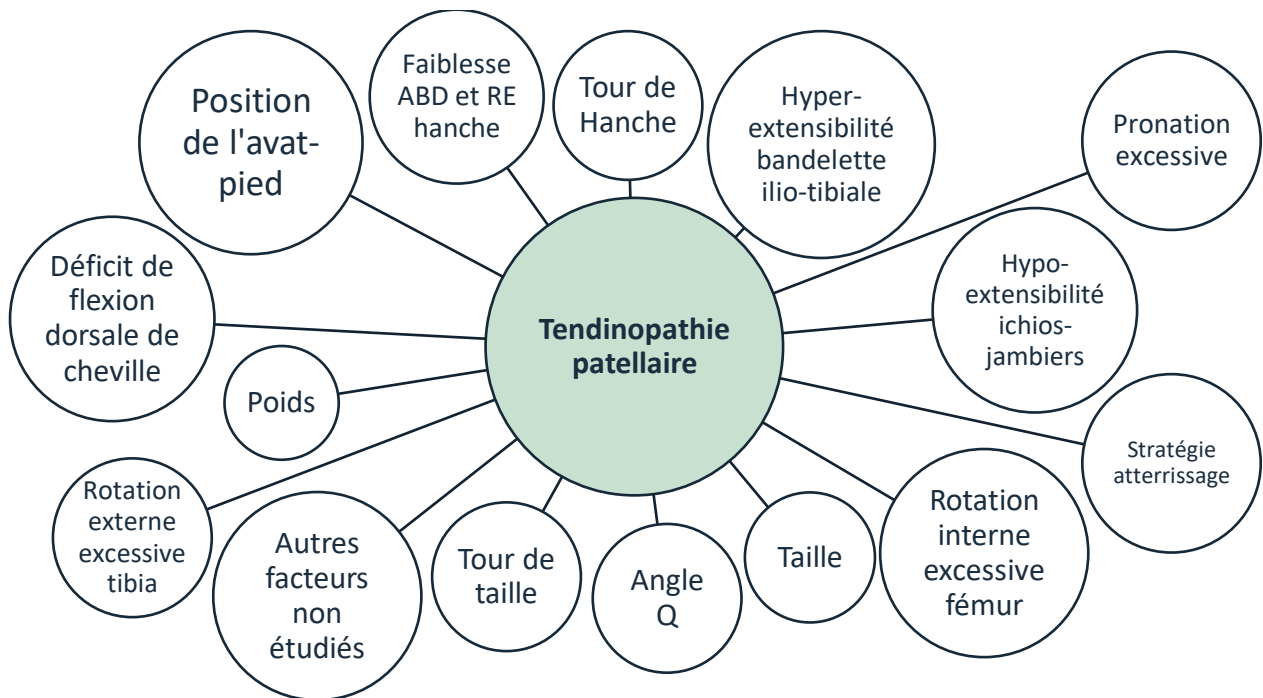


Figure 30. Résumé des facteurs associés à la tendinopathie patellaire

Voici un résumé des facteurs associés (statistiquement significatif uniquement) et des facteurs de risque (statistiquement et cliniquement significatif) de la tendinopathie patellaire (ATTENTION les risques de biais et la force de l'association ou de la causalité ne sont pas représentés : il est donc important de consulter les résultats et la discussion avant d'interpréter cette figure).

4.2. Applicabilité des résultats en pratique clinique

Comme mentionné dans l'introduction, cette revue présente **plusieurs intérêts** pour les professionnels de santé, notamment les kinésithérapeutes, mais également pour les patients, envers qui le démarche de formation et d'information est précieuse. Il est nécessaire et même primordial de savoir à quel degré les résultats et informations ressortant des recherches effectuées ont un impact sur la pratique clinique et quelles seront les répercussions sur les patients.

Le travail effectué dans cette revue permet-il une **bonne application en pratique clinique** ?

4.2.1. De la population étudiée au patient

Nous nous sommes intéressés dans cette revue à une population **sportive**, professionnelle ou pratiquant le volleyball à **haut niveau** avec un taux horaire d'au moins 6h d'entraînement de volleyball par semaine.

Le trop peu d'études disponibles portant sur les volleyeurs professionnels nous a en effet contraints à élargir notre population, ce qui est dommage étant donné la baisse qualitative que cela a entraînée. En effet, cet élargissement implique une baisse de précision et d'applicabilité des résultats à la population cible de base. Cela a pu également entraîner une hétérogénéité des résultats étant donné la plus forte prévalence de TP chez les volleyeurs professionnels.

Étant donné la **l'absence de significativité clinique** de la majorité des facteurs étudiés, on ne peut conclure sur l'applicabilité des données recueillies à la population cible dans notre pratique clinique.

Néanmoins, **en pratique**, un kinésithérapeute de ville rencontrera certainement plus de patients pratiquant le volleyball à un niveau soutenu mais non professionnel, ce qui augmente la pertinence de nos résultats. Les résultats recueillis et leur interprétation, bien qu'à considérer avec prudence, peuvent donc tout de même être **pris en compte** du fait de leur intérêt chez les patients d'âges variés puisque les études incluses étudient des sujets d'âges très différents (de 16 à plus de 35 ans).

4.2.2. En contexte de soin kinésithérapique : exposition et prévention

Comme cela a été développé dans l'introduction, la pratique professionnelle en contexte de soin devrait être améliorée par les recherches effectuées. En effet, le but étant la prévention de la survenue de la TP à différents niveaux :

- Primaire : avant l'apparition de la TP. Peut se faire si un patient vient au cabinet se faire soigner pour une autre pathologie, ou en club lors du suivi des sportifs.
- Tertiaire : éviter les récurrences. Dès la phase de réathlétisation et le retour au port, on peut agir sur les facteurs de risque de TP.

Repérer et mettre en évidence les facteurs de risque de la maladie pourra permettre de **les modifier** lorsque cela est possible. Certains facteurs étudiés dans notre revue sont **modifiables** (la plupart des facteurs biomécaniques) ce qui fait qu'on peut agir dessus, tandis que d'autres ne le sont pas (la plupart des facteurs anthropométriques) ce qui ne rend pas possible notre action directe. Il est cependant intéressant d'en avoir connaissance, afin de cibler les patients qui seraient plus à même de développer une TP, et ainsi agir sur d'autres facteurs qui eux, sont modifiables, comme la stratégie d'atterrissage.

Pour ce faire, des **outils** sont nécessaires, tels que ceux utilisés dans les études incluses. Ils présentent l'avantage d'être presque **valides et fiables**. La plupart d'entre eux sont **peu onéreux** et facile à mettre en place (goniomètre, mètre-ruban, dynamomètre, des tests cliniques type SART, WBLT, OT etc). D'autres le sont moins, comme l'analyse vidéo à l'aide de capteurs corporels, ou encore la mesure angulaire par logiciel : l'évaluation des facteurs de risque de la TP sera alors plus difficile, à moins d'être équipé de ce genre de matériel (centre sportif, club) : cela peut engendrer un certain **coût**.

4.2.3. Critère de jugement

Un **diagnostic précoce** de TP pourrait conduire à un **traitement plus rapide et efficace** ainsi qu'à la mise en relation avec certains FDR que le patient pourrait présenter. Par exemple, un diagnostic effectué chez un sujet asymptomatique lors d'une échographie ou d'une IRM pourrait permettre une prise en charge adaptée de type prévention secondaire, afin de minimiser les symptômes, avec bien sûr des techniques adéquates (traitement) mais aussi une réduction de certains facteurs de risque, dans le but d'éviter que la TP devienne symptomatique et/ou de minimiser les symptômes.

Cela représente néanmoins une certaine limite quant à la faisabilité des tests et examens diagnostics. si des tests fonctionnels nécessitant peu de matériel peuvent être effectués simplement et à moindre coût (SLDST, palpation douloureuse etc), des examens paracliniques plus poussés et coûteux (IRM, échographie) sont très rarement faits en première intention, et presque jamais si aucun symptôme n'est présent.

Cela nous montre donc tout l'intérêt de connaître quels sont les FDR d'une pathologie, afin de pouvoir prévenir celle-ci (que ce soit avant ou après son apparition afin d'éviter une récurrence, ou de minimiser les conséquences) et réduire les diagnostics et soins trop onéreux. Le kinésithérapeute a donc toute sa place dans cette prévention.

4.3. Qualité des preuves

Le **niveau de preuve d'une revue** de littérature dépend directement de la **qualité des études incluses** et donc de leur niveau de preuve. Celui-ci se caractérise par sa capacité à répondre à la question de recherche et dépend de plusieurs critères :

- Qualité méthodologique / validité interne (score NOS)
- Les caractéristiques principales de l'étude : schéma, question de recherche, population, critère de jugement, facteurs étudiés
- Biais propres à l'étude (schéma inadapté ou peu fiable, biais de sélection, d'évaluation, de confusion, de mesure)
- Adéquation du protocole de l'étude à la question posée
- Adaptation de l'analyse statistique aux objectifs de l'étude
- Puissance de l'étude et taille de l'échantillon (afin d'éviter un biais de sélection)

Le **schéma utilisé** est la première chose qui va influencer la qualité et le niveau de preuve d'une étude. D'après la HAS, il existe des grades des recommandations en fonction des niveaux de preuves des études scientifiques :

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

Figure 31. Grades des recommandations et niveaux de preuve de la HAS [137]

Le biais interne principal de cette revue est représenté par les **schémas d'étude** des articles inclus. En effet, en amont de la sélection des articles, dès la rédaction de l'introduction, trois schémas d'étude étaient possibles afin de répondre à notre problématique sur la base du modèle PICO :

- Les études **de cohorte** : grade B de recommandation et niveau 2 de preuve scientifique
- Les études **cas-témoins** : grade C de recommandation et niveau 3 de preuve scientifique
- Les études **transversales** : grade C de recommandation et niveau 4 de preuve scientifique

Les études de cohorte étaient donc les plus fiables pour répondre à notre type de question étiologique. Néanmoins, sur les 7 études incluses, seulement 2 ont été construites autour de ce schéma, tandis que les 5 études restantes étaient construites sur un modèle transversal, c'est-à-dire **le moins fiable**.

Cela signifie que pour certains facteurs étudiés et d'après le critère de **temporalité** de Bradford Hill, il nous est impossible à ce stade d'affirmer avec certitude une **causalité avec la tendinopathie patellaire**, et de ce fait une applicabilité en pratique clinique. En effet, l'étude transversale analyse des données à un instant t alors que l'étude longitudinale permet un suivi dans le temps : on peut donc affirmer plus facilement que l'association entre deux variables n'est pas seulement due au hasard mais provient d'une relation de cause à effet.

Les études transversales permettent généralement d'observer une multitude de variables à la fois, et **trop peu d'études longitudinales** étaient disponibles afin d'apporter des résultats significatifs sur plusieurs facteurs. C'est pourquoi le choix **d'inclure des études de qualité moindre a été fait** (bien qu'il ait été spécifié dans la méthode que si suffisamment d'articles étaient disponibles, les études transversales ne seraient pas incluses) afin d'avoir une idée d'ensemble sur les facteurs anthropométriques et biomécaniques associés à la tendinopathie patellaire chez le volleyeur.

Ce biais important mais néanmoins difficilement évitable de la revue était connu et pris en compte dès le début de nos recherches : de ce fait les études incluses devaient présenter un **score de qualité méthodologique** volontairement **élevé** (score NOS ≥ 7) afin de **limiter le risque de biais** supplémentaires. Malgré ces précautions, plusieurs biais subsistent et sont à prendre en compte (partie « résultats » « Synthèse des biais trouvés » et annexe 4).

Fait remarquable, les outils utilisés pour évaluer les potentiels facteurs de risque étaient quasiment tous **valides et fiables**, ce qui est très important pour l'applicabilité en pratique clinique. Quant à eux, les outils de mesure du critère de jugement permettant le diagnostic de TP ne sont pas toujours assez précis selon les études. En effet, plusieurs d'entre elles ne rapportent **aucun outil de mesure** type EVA (échelle visuelle analogique) ou ENS (échelle numérique simple pour la quantification de la douleur, qui permet d'évaluer de manière fiable et valide le critère de jugement).

L'interprétation des résultats issus des études transversales sont donc à interpréter de manière plus **pondérée** que ceux provenant d'études de cohorte.

Nous avons pu également remarquer que **plusieurs facteurs** (angle Q, angle de torsion tibiale, épaisseur des plis cutanés pour les variables anthropométriques et la posture du pied, l'extensibilité des ischio-jambiers et de la bandelette iliotibiale, l'amplitude de rotation interne de hanche, les forces musculaires des abducteurs, des rotateurs externes de hanche et des fléchisseurs plantaires de chille, l'alignement de l'avant-pied et la stratégie d'atterrissage pour les variables biomécaniques) n'ont été étudiés que **par une seule des études incluses** dans cette revue. Cela n'a pas permis une **confrontation et une comparaison optimales** des résultats venant d'articles différents pour toutes les variables étudiées, ce qui peut évidemment **baisser la qualité des résultats** finaux apportés. Des **recherches**

supplémentaires d'études ou de revues ont donc été nécessaires afin de confirmer ou infirmer les données rapportées par l'étude en question (partie « Discussion »).

Concernant les outils statistiques utilisés, ils étaient **adaptés au schéma d'étude utilisé** par l'article duquel ils provenaient. Néanmoins, cela nous pose le problème suivant : l'outil statistique le plus utilisé dans les études transversales (5 études sur 7) était la **valeur p**. Cette dernière n'a malheureusement aucune valeur clinique à proprement parlé, et permet seulement, comme mentionné dans la méthode, d'affirmer une signification statistique due à autre chose qu'au hasard. Il n'était pas possible de calculer les **intervalles de confiance** ou les **risques relatifs/Odds ratios** pour ces études-là : on ne peut donc pas affirmer de causalité pour les facteurs issus de la plupart des études transversales de par leur méthodologie comme évoqué plus haut, mais aussi par leurs résultats statistiques qui ne permettent pas d'affirmer que le facteur est causal de la TP. Certaines recherches ont permis là encore de pondérer tout cela (exemple d'une revue qui confirme l'association de tel ou tel facteur avec la TP).

Grâce à toutes ces informations et à l'utilisation du système **GRADE** [137] (cf annexe 6) nous avons pu mettre en évidence la **qualité globale des études incluses** et donc des données scientifiques rapportées par une revue de littérature (on n'évalue donc pas le niveau de chaque étude individuellement puisque cela a été fait précédemment).

Le GRADE classe initialement les données en se fondant sur le type de schéma d'étude dont elles proviennent. A l'image du modèle des grades de recommandations de la HAS (figure 25) il classe tout d'abord les études en :

- Qualité élevée : essai cliniques randomisés (impossible pour notre type de question)
- Qualité faible : **études observationnelles** (cas de nos études)

Ensuite, il s'agit d'analyser les limites des études, l'hétérogénéité des résultats etc. La définition des niveaux de qualité des données scientifiques pour chaque résultat important **est présentée dans l'annexe 5**.

- **Hétérogénéité** : c'est le reflet des différences dans les résultats reflétant l'estimation de l'effet du facteur étudié /de l'exposition entre les études (critère de **concordance** Bradford Hill). Dans notre revue, on a pu remarquer une certaine hétérogénéité pour plusieurs facteurs, dont les résultats semblaient contradictoires selon les études (facteurs poids, taille, tour de taille, IMC). Cela peut provenir de méthodologies différentes, de biais (erreur de mesure, d'évaluation, de diagnostic, de sélection, confusion etc), ou d'analyses statistiques différentes.
- **Imprécision des données** : cela se produit si l'échantillon de patients inclus est trop restreint (étude de Bisseling (2007)) et possèdent des intervalles de confiance larges (pas le cas pour les études de cohorte incluses).

Pour conclure quant à la qualité des preuves des études incluses, nous pouvons dire que le schéma d'étude, l'hétérogénéité des résultats, le sérieux risque de biais des études et l'incertitude dans les données (études transversales +++) nous donnent le résultat suivant : **niveau de qualité des études scientifiques** de l'ensemble des études incluses d'après le système GRADE varierait donc de **modéré à faible**.

4.4. Biais potentiels et limites de la revue

Nous avons utilisé l'échelle valide et fiable d'analyse de la qualité méthodologique des revues de littérature systématiques **AMSTAR 2** [138] afin d'évaluer les biais potentiels de la revue :

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

5. Conclusion

5.1. Implication pour la pratique clinique en masso-kinésithérapie

L'étude des facteurs de risque anthropométriques et biomécaniques de la tendinopathie patellaire chez le volleyeur de haut niveau a permis une **bonne acquisition de connaissances** sur la pathologie en question, mais également sur ce qu'il est pertinent d'observer et de relever chez un individu, en tant que professionnel de santé dont le rôle de prévention, d'éducation et d'information est essentiel et primordial.

Cette revue s'adresse à toute personne désireuse d'enrichir ses connaissances sur le sujet, et souhaitant compléter d'autres travaux afin de pouvoir les intégrer pleinement dans la pratique clinique en masso-kinésithérapie.

Il est important de considérer que l'analyse faite par cette revue ne permet pas une vision exhaustive des facteurs associés à la tendinopathie patellaire : bon nombre d'entre eux n'ont pas été étudiés et sont pourtant étroitement liés à la maladie (facteurs génétiques ou extrinsèques par exemple).

5.2. Implication pour la recherche

L'objectif d'obtenir une **vue d'ensemble** des facteurs associés à la TP est respecté, puisqu'un large panel d'entre eux a pu être étudié. Bien que cela soit un avantage, cela peut aussi représenter un inconvénient majeur : en effet, le grand nombre de facteurs retrouvés n'a pas permis une étude extrêmement **précise** de chacun d'entre eux. Bien que cela ait été volontaire, peut-être serait-il préférable d'étudier moins de facteurs mais de les analyser plus en profondeur pour les études à venir.

Du fait du manque de significativité des études incluses dans cette revue, on ne peut malheureusement pas conclure avec toute l'évidence et la pertinence souhaitées au début de notre travail. Les critères de Bradford Hill amenant à affirmer un lien de causalité entre un facteur et la maladie n'étaient pas toujours vérifiés.

Des études longitudinales, avec suivi dans le temps, auraient été mieux adaptées et auraient pu montrer s'il existait une forte association, une significativité plus clinique aux résultats que nous avons étudiés puis confrontés, dans le but de rendre ces données applicables à l'ensemble de la population de volleyeurs de haut niveau.

Pour de futures recherches, une connaissance statistique, une manipulation relativement aisée des outils de recherche et de bons moyens mis à disposition seront primordiaux afin de venir confirmer ou infirmer les résultats de la présente revue.

L'auteur déclare n'avoir aucun conflit d'intérêt.

6. Bibliographie

- [1] La pratique des activités physiques et sportives en France n.d.
- [2] Aagaard H, Jørgensen U. Injuries in elite volleyball. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports* 1996;6:228–32. <https://doi.org/10.1111/J.1600-0838.1996.TB00096.X>.
- [3] Reitmayer H-E. A review on volleyball injuries. *Timisoara Physical Education and Rehabilitation Journal* 2017;10:189–94. <https://doi.org/10.1515/TPERJ-2017-0040>.
- [4] Lian ØB, Engebretsen L, Bahr R. Prevalence of Jumper’s Knee among Elite Athletes from Different Sports: A Cross-sectional Study: <https://doi.org/10.1177/0363546504270454> 2017;33:561–7. <https://doi.org/10.1177/0363546504270454>.
- [5] Zwerver J, Bredeweg SW, van den Akker-Scheek I. Prevalence of jumper’s knee among nonelite athletes from different sports: A cross-sectional survey. *American Journal of Sports Medicine* 2011;39:1984–8. <https://doi.org/10.1177/0363546511413370>.
- [6] Rudavsky A, Cook J. Physiotherapy management of patellar tendinopathy (jumper’s knee). *Journal of Physiotherapy* 2014;60:122–9. <https://doi.org/10.1016/J.JPHYS.2014.06.022>.
- [7] Physiographie - Ligament patellaire n.d. <http://physiographie.umontreal.ca/protocoles/cuisse-genou/ligament-patellaire/> (accessed December 12, 2021).
- [8] Dan M, Parr W, Broe D, Cross M, Walsh WR. Biomechanics of the knee extensor mechanism and its relationship to patella tendinopathy: A review. *J Orthop Res* 2018;36:3105–12. <https://doi.org/10.1002/JOR.24120>.
- [9] Hadjicostas PT, Soucacos PN, Paessler HH, Koleganova N, Berger I. Morphologic and histologic comparison between the patella and hamstring tendons grafts: a descriptive and anatomic study. *Arthroscopy* 2007;23:751–6. <https://doi.org/10.1016/J.ARTHRO.2007.02.002>.
- [10] Johnson D (Donald H, Pedowitz RA. *Practical Orthopaedic Sports Medicine and Arthroscopy* n.d.:1088.
- [11] Sprague A, Epsley S, Silbernagel KG. Distinguishing Quadriceps Tendinopathy and Patellar Tendinopathy: Semantics or Significant? *J Orthop Sports Phys Ther* 2019;49:627–30. <https://doi.org/10.2519/JOSPT.2019.0611>.
- [12] Reinking MF. CURRENT CONCEPTS IN THE TREATMENT OF PATELLAR TENDINOPATHY. *Int J Sports Phys Ther* 2016;11:854–66.
- [13] Basso O, Johnson DP, Amis AA. The anatomy of the patellar tendon. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2001;9:2–5. <https://doi.org/10.1007/S001670000133>.
- [14] Andrikoula S, Tokis A, Vasiliadis HS, Georgoulis A. The extensor mechanism of the knee joint: an anatomical study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2006;14:214–20. <https://doi.org/10.1007/S00167-005-0680-3>.
- [15] Netter F. *Netter - Atlas d’anatomie humaine*. 5ème édition. 2011.
- [16] Basso O, Johnson DP, Amis AA. The anatomy of the patellar tendon. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2001;9:2–5. <https://doi.org/10.1007/S001670000133>.
- [17] Bianchi S, Martinoli C. *Ultrasound of the Musculoskeletal System* 2007. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-28163-4>.
- [18] McCarty LP, Bach BR. *Anatomy, Biology and Biomechanics of Patellar Tendon Autograft Anterior Cruciate Ligament Reconstruction*. Undefined 2005;20:342–52. <https://doi.org/10.1097/01.BTO.0000190264.10914.FC>.
- [19] Benjamin M, Kumai T, Milz S, Boszczyk BM, Boszczyk AA, Ralphs JR. The skeletal attachment of tendons—tendon “entheses.” *Comp Biochem Physiol A Mol Integr Physiol* 2002;133:931–45. [https://doi.org/10.1016/S1095-6433\(02\)00138-1](https://doi.org/10.1016/S1095-6433(02)00138-1).
- [20] Kjær M. Role of extracellular matrix in adaptation of tendon and skeletal muscle to mechanical loading. *Physiol Rev* 2004;84:649–98. <https://doi.org/10.1152/PHYSREV.00031.2003>.
- [21] Thorpe CT, Screen HRC. Tendon Structure and Composition. *Adv Exp Med Biol* 2016;920:3–10. https://doi.org/10.1007/978-3-319-33943-6_1.
- [22] Zhang C, Couppé C, Scheijen JLJM, Schalkwijk CG, Kjær M, Peter Magnusson S, et al. Regional collagen turnover and composition of the human patellar tendon. *J Appl Physiol* (1985) 2020;128:884–91. <https://doi.org/10.1152/JAPPLPHYSIOL.00030.2020>.
- [23] Fox AJS, Wanivenhaus F, Rodeo SA. The basic science of the patella: structure, composition, and function. *J Knee Surg* 2012;25:127–41. <https://doi.org/10.1055/S-0032-1313741>.
- [24] Delhaye BP, Long KH, Bensmaïa SJ. Neural Basis of Touch and Proprioception in Primate Cortex. *Compr Physiol* 2018;8:1575–602. <https://doi.org/10.1002/CPHY.C170033>.
- [25] Stevens PM, Gililland JM, Anderson LA, Mickelson JB, Nielson J, Klatt JW. Success of torsional correction surgery after failed surgeries for patellofemoral pain and instability n.d. <https://doi.org/10.1007/s11751-013-0181-8>.

- [26] Turner MS, Smillie IS. The effect of tibial torsion of the pathology of the knee. *J Bone Joint Surg Br* 1981;63-B:396–8. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.63B3.7263753>.
- [27] Bass E. Tendinopathy: Why the Difference Between Tendinitis and Tendinosis Matters. *International Journal of Therapeutic Massage & Bodywork* 2012;5:14. <https://doi.org/10.3822/IJTMB.V5I1.153>.
- [28] Loiacono C, Palermi S, Massa B, Belviso I, Romano V, di Gregorio A, et al. Tendinopathy: Pathophysiology, Therapeutic Options, and Role of Nutraceuticals. A Narrative Literature Review. *Medicina (B Aires)* 2019;55. <https://doi.org/10.3390/MEDICINA55080447>.
- [29] Maffulli N, Khan KM, Puddu G. Overuse tendon conditions: Time to change a confusing terminology. *Arthroscopy* 1998;14:840–3. [https://doi.org/10.1016/S0749-8063\(98\)70021-0](https://doi.org/10.1016/S0749-8063(98)70021-0).
- [30] Ferretti A. Epidemiology of jumper's knee. *Sports Med* 1986;3:289–95. <https://doi.org/10.2165/00007256-198603040-00005>.
- [31] Figueroa D, Figueroa F, Calvo R. Patellar Tendinopathy: Diagnosis and Treatment. *J Am Acad Orthop Surg* 2016;24:e184–92. <https://doi.org/10.5435/JAAOS-D-15-00703>.
- [32] Khan KM, Cook JL, Bonar F, Harcourt P, Åstrom M. Histopathology of common tendinopathies. Update and implications for clinical management. *Sports Medicine (Auckland, NZ)* 1999;27:393–408. <https://doi.org/10.2165/00007256-199927060-00004>.
- [33] Rio E, Moseley L, Purdam C, Samiric T, Kidgell D, Pearce AJ, et al. The pain of tendinopathy: physiological or pathophysiological? *Sports Med* 2014;44:9–23. <https://doi.org/10.1007/S40279-013-0096-Z>.
- [34] Kettunen JA, Kvist M, Alanen E, Kujala UM. Long-term prognosis for jumper's knee in male athletes. A prospective follow-up study. *The American Journal of Sports Medicine* 2002;30:689–92. <https://doi.org/10.1177/03635465020300051001>.
- [35] Cook JL, Feller JA, Bonar SF, Khan KM. Abnormal tenocyte morphology is more prevalent than collagen disruption in asymptomatic athletes' patellar tendons. *Journal of Orthopaedic Research* 2004;22:334–8. <https://doi.org/10.1016/J.ORTHRES.2003.08.005>.
- [36] Fredberg U, Bolvig L. Jumper's knee. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* 1999;9:66–73.
- [37] Martin E, Blazina M.D., *Robert K, Kerlan M.D., †Frank W, Jobe M.D., †Vincent S, Carter M.D., ‡G. Joanne, Carlson R. N.S. Jumper's Knee. *Orthopedic Clinics of North America* 1973;4:665–78. [https://doi.org/10.1016/S0030-5898\(20\)32343-9](https://doi.org/10.1016/S0030-5898(20)32343-9).
- [38] Gisslèn K, Gyulai C, Söderman K, Alfredson H. High prevalence of jumper's knee and sonographic changes in Swedish elite junior volleyball players compared to matched controls. *Br J Sports Med* 2005;39:298–301. <https://doi.org/10.1136/BJSM.2004.014290>.
- [39] Kaux JF, Forthomme B, le Goff C, Crielaard JM, Croisier JL. Current Opinions on Tendinopathy. *Journal of Sports Science & Medicine* 2011;10:238.
- [40] Purdam CR, Cook JL, Hopper DM, Khan KM, Barlett J, Bass S, et al. Discriminative ability of functional loading tests for adolescent jumper's knee. *Physical Therapy in Sport* 2003;4:3–9. [https://doi.org/10.1016/S1466-853X\(02\)00069-X](https://doi.org/10.1016/S1466-853X(02)00069-X).
- [41] Zwerver J, Bredeweg SW. Biomechanical analysis of the single-leg decline squat. *Br J Sports Med* 2007;41:264–8. <https://doi.org/10.1136/bjism.2006.032482>.
- [42] Hernandez-Sanchez S, Abat F, Hidalgo MD, Cuesta-Vargas AI, Segarra V, Sanchez-Ibañez JM, et al. Confirmatory factor analysis of VISA-P scale and measurement invariance across sexes in athletes with patellar tendinopathy. *Journal of Sport and Health Science* 2017;6:365–71. <https://doi.org/10.1016/J.JSHS.2016.01.020>.
- [43] Acharya GU, Kumar A, Rajasekar S, Samuel AJ. Reliability and validity of Kannada version of Victorian Institute of Sports Assessment for patellar tendinopathy (VISA-P-K) questionnaire. *J Clin Orthop Trauma* 2019;10:S189–92. <https://doi.org/10.1016/J.JCOT.2018.08.017>.
- [44] Visentini PJ, Khan KM, Cook JL, Kiss ZS, Harcourt PR, Wark JD. The VISA score: An index of severity of symptoms in patients with jumper's knee (patellar tendinosis). *Journal of Science and Medicine in Sport* 1998;1:22–8.
- [45] Malliaras P, Cook J, Ptasznik R, Thomas S. Prospective study of change in patellar tendon abnormality on imaging and pain over a volleyball season. *British Journal of Sports Medicine* 2006;40:272–4. <https://doi.org/10.1136/BJSM.2005.023846>.
- [46] Lian, Holen KJ, Engebretsen L, Bahr R. Relationship between symptoms of jumper's knee and the ultrasound characteristics of the patellar tendon among high level male volleyball players. *Scand J Med Sci Sports* 1996;6:291–6. <https://doi.org/10.1111/J.1600-0838.1996.TB00473.X>.
- [47] Khan KM, Bonar F, Desmond PM, Cook JL, Young DA, Visentini PJ, et al. Patellar tendinosis (jumper's knee): findings at histopathologic examination, US, and MR imaging. *Victorian Institute of Sport Tendon Study Group*. <https://doi.org/10.1148/RADIOLOGY.2003.8756939> 1996;200:821–7.
- [48] JL C, KM K, PR H, M G, DA Y, SF B. A cross sectional study of 100 athletes with jumper's knee managed conservatively and surgically. *The Victorian Institute of Sport Tendon Study Group*. *Br J Sports Med* 1997;31:332–6. <https://doi.org/10.1136/BJSM.31.4.332>.

- [49] Kettunen JA, Kvist M, Alanen E, Kujala UM. Long-term prognosis for jumper's knee in male athletes. A prospective follow-up study. *Am J Sports Med* 2002;30:689–92. <https://doi.org/10.1177/03635465020300051001>.
- [50] Santana JA, Mabrouk A, Sherman A I. Jumpers Knee. *StatPearls* 2021.
- [51] H van der W, M van A, S R, GJ P, I van den A-S, J Z. Risk factors for patellar tendinopathy: a systematic review of the literature. *Br J Sports Med* 2011;45:446–52. <https://doi.org/10.1136/BJSM.2011.084079>.
- [52] MacAuley D. Do textbooks agree on their advice on ice? *Clin J Sport Med* 2001;11:67–72. <https://doi.org/10.1097/00042752-200104000-00001>.
- [53] Danielson P, Andersson G, Alfredson H, Forsgren S. Marked sympathetic component in the perivascular innervation of the dorsal paratendinous tissue of the patellar tendon in arthroscopically treated tendinosis patients. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2008;16:621–6. <https://doi.org/10.1007/S00167-008-0530-1>.
- [54] Magra M, Maffulli N. Matrix metalloproteases: a role in overuse tendinopathies. *British Journal of Sports Medicine* 2005;39:789–91. <https://doi.org/10.1136/BJSM.2005.017855>.
- [55] Kannus P, Józsa L, Natri A, Järvinen M. Effects of training, immobilization and remobilization on tendons. *Scand J Med Sci Sports* 1997;7:67–71. <https://doi.org/10.1111/J.1600-0838.1997.TB00121.X>.
- [56] Schwartz A, Watson JN, Hutchinson MR. Patellar Tendinopathy. *Sports Health* 2015;7:415–20. <https://doi.org/10.1177/1941738114568775>.
- [57] Adirim TA, Cheng TL. Overview of injuries in the young athlete. *Sports Med* 2003;33:75–81. <https://doi.org/10.2165/00007256-200333010-00006>.
- [58] Rodriguez-Merchan EC. The treatment of patellar tendinopathy. *J Orthop Traumatol* 2013;14:77–81. <https://doi.org/10.1007/S10195-012-0220-0>.
- [59] Bahr R, Fossan B, Løken S, Engebretsen L. Surgical treatment compared with eccentric training for patellar tendinopathy (Jumper's Knee). A randomized, controlled trial. *J Bone Joint Surg Am* 2006;88:1689–98. <https://doi.org/10.2106/JBJS.E.01181>.
- [60] Jonsson P, Alfredson H. Superior results with eccentric compared to concentric quadriceps training in patients with jumper's knee: a prospective randomised study. *Br J Sports Med* 2005;39:847–50. <https://doi.org/10.1136/BJSM.2005.018630>.
- [61] Visnes H, Bahr R. The evolution of eccentric training as treatment for patellar tendinopathy (jumper's knee): a critical review of exercise programmes. *Br J Sports Med* 2007;41:217–23. <https://doi.org/10.1136/BJSM.2006.032417>.
- [62] Visnes H, Hoksrud A, Cook J, Bahr R. No effect of eccentric training on jumper's knee in volleyball players during the competitive season: a randomized clinical trial. *Clin J Sport Med* 2005;15:227–34. <https://doi.org/10.1097/01.JSM.0000168073.82121.20>.
- [63] Breda SJ, Oei EHG, Zwerver J, Visser E, Waarsing E, Krestin GP, et al. Effectiveness of progressive tendon-loading exercise therapy in patients with patellar tendinopathy: a randomised clinical trial. *Br J Sports Med* 2021;55:501–9. <https://doi.org/10.1136/BJSPORTS-2020-103403>.
- [64] Fredberg U, Bolvig L, Pfeiffer-Jensen M, Clemmensen D, Jakobsen BW, Stengaard-Pedersen K. Ultrasonography as a tool for diagnosis, guidance of local steroid injection and, together with pressure algometry, monitoring of the treatment of athletes with chronic jumper's knee and Achilles tendinitis: a randomized, double-blind, placebo-controlled study. *Scand J Rheumatol* 2004;33:94–101. <https://doi.org/10.1080/03009740310004126>.
- [65] Fredberg U. Local corticosteroid injection in sport: review of literature and guidelines for treatment. *Scand J Med Sci Sports* 1997;7:131–9. <https://doi.org/10.1111/J.1600-0838.1997.TB00129.X>.
- [66] Kongsgaard M, Kovanen V, Aagaard P, Doessing S, Hansen P, Laursen AH, et al. Corticosteroid injections, eccentric decline squat training and heavy slow resistance training in patellar tendinopathy n.d. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2009.00949.x>.
- [67] Everhart JS, Cole D, Sojka JH, Higgins JD, Magnussen RA, Schmitt LC, et al. Treatment Options for Patellar Tendinopathy: A Systematic Review. *Arthroscopy - Journal of Arthroscopic and Related Surgery* 2017;33:861–72. <https://doi.org/10.1016/J.ARTHRO.2016.11.007>.
- [68] Lorbach O, Diamantopoulos A, Paessler HH. Arthroscopic resection of the lower patellar pole in patients with chronic patellar tendinosis. *Arthroscopy* 2008;24:167–73. <https://doi.org/10.1016/J.ARTHRO.2007.08.021>.
- [69] Casadei K, Kiel J. Anthropometric Measurement. *StatPearls* 2021.
- [70] Anthropometry | NIOSH | CDC n.d. <https://www.cdc.gov/niosh/topics/anthropometry/default.html> (accessed December 10, 2021).
- [71] Kroemer Elbert KE, Kroemer HB, Kroemer Hoffman AD. Size and Mobility of the Human Body. *Ergonomics* 2018;3–44. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813296-8.00001-3>.
- [72] Carvajal W, Betancourt H, León S, Deturnel Y, Martínez M, Echevarría I, et al. Kinanthropometric profile of Cuban women olympic volleyball champions. *MEDICC Review* 2012;14:16–22. <https://doi.org/10.1590/S1555-79602012000200006>.

- [73] Santos DA, Dawson JA, Matias CN, Rocha PM, Minderico CS, Allison DB, et al. Reference values for body composition and anthropometric measurements in athletes. *PLoS One* 2014;9. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0097846>.
- [74] Hatze H. Letter: The meaning of the term “biomechanics.” *J Biomech* 1974;7:189–90. [https://doi.org/10.1016/0021-9290\(74\)90060-8](https://doi.org/10.1016/0021-9290(74)90060-8).
- [75] Priego-Quesada JI. *life* Editorial Exercise Biomechanics and Physiology 2021. <https://doi.org/10.3390/life11020159>.
- [76] Hamill J. Biomechanics curriculum: Its content and relevance to movement sciences. *Quest* 2007;59:25–33. <https://doi.org/10.1080/00336297.2007.10483533>.
- [77] Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology n.d.
- [78] Huang H-Y. Lower Extremity Injuries of Volleyball Players During Moving Spike Landing. *American Journal of Sports Science* 2016;4:10. <https://doi.org/10.11648/J.AJSS.20160401.12>.
- [79] Biomechanics Blog: The Volleyball Spike: What are the biomechanics underpinning a powerful and fast volleyball spike? n.d. <http://antheasbiomechanicsblog.blogspot.com/2014/06/what-are-biomechanics-underpinning.html> (accessed December 18, 2021).
- [80] Ranganathan P, Aggarwal R. Study designs: Part 1 - An overview and classification. *Perspect Clin Res* 2018;9:184–6. https://doi.org/10.4103/PICR.PICR_124_18.
- [81] Parab S, Bhalerao S. Study designs. *International Journal of Ayurveda Research* 2010;1:128. <https://doi.org/10.4103/0974-7788.64406>.
- [82] Ottawa Hospital Research Institute n.d. http://www.ohri.ca/programs/clinical_epidemiology/oxford.asp (accessed December 16, 2021).
- [83] Deeks JJ, Dinnes J, D’amico R. Evaluating non-randomised intervention studies HTA Health Technology Assessment NHS R&D HTA Programme. *Health Technology Assessment* 2003;7.
- [84] Naziha A. Introduction à l’épidémiologie n.d.
- [85] UNIVERSITE LIBANAISE-FSP n.d.
- [86] Kesmodel US. Cross-sectional studies - what are they good for? *Acta Obstet Gynecol Scand* 2018;97:388–93. <https://doi.org/10.1111/AOGS.13331>.
- [87] Zhang J, Yu KF. What’s the relative risk? A method of correcting the odds ratio in cohort studies of common outcomes. *JAMA* 1998;280:1690–1. <https://doi.org/10.1001/JAMA.280.19.1690>.
- [88] Noordzij M, Dekker FW, Zoccali C, Jager KJ. Measures of disease frequency: prevalence and incidence. *Nephron Clin Pract* 2010;115. <https://doi.org/10.1159/000286345>.
- [89] Davies HTO, Crombie IK, Tavakoli M. When can odds ratios mislead? *BMJ: British Medical Journal* 1998;316:989. <https://doi.org/10.1136/BMJ.316.7136.989>.
- [90] du Prel JB, Hommel G, Röhrig B, Blettner M. Confidence Interval or P-Value?: Part 4 of a Series on Evaluation of Scientific Publications. *Deutsches Ärzteblatt International* 2009;106:335. <https://doi.org/10.3238/ARZTEBL.2009.0335>.
- [91] Katz KA. The (relative) risks of using odds ratios. *Arch Dermatol* 2006;142:761–4. <https://doi.org/10.1001/ARCHDERM.142.6.761>.
- [92] Andrade C. Understanding relative risk, odds ratio, and related terms: as simple as it can get. *J Clin Psychiatry* 2015;76:e857–61. <https://doi.org/10.4088/JCP.15F10150>.
- [93] Akoglu H. User’s guide to correlation coefficients. *Turkish Journal of Emergency Medicine* 2018;18:91. <https://doi.org/10.1016/J.TJEM.2018.08.001>.
- [94] K M, L P-D, S K, C E, WH M. Jumper’s Knee: A Prospective Evaluation of Risk Factors in Volleyball Players Using a Novel Measure of Injury. *Clin J Sport Med* 2020;30:489–94. <https://doi.org/10.1097/JSM.0000000000000638>.
- [95] Campa F, Piras A, Raffi M, Toselli S. Functional movement patterns and body composition of high-level volleyball, soccer, and rugby players. *Journal of Sport Rehabilitation* 2019;28:740–5. <https://doi.org/10.1123/JSR.2018-0087>.
- [96] Haug KBF, Visnes H, Sivertsen EA, Bahr R. Genetic variation in candidate genes and patellar tendinopathy: Prospective cohort study of 126 elite volleyball players. *Translational Sports Medicine* 2018;1:73–8. <https://doi.org/10.1002/TSM2.13>.
- [97] Dan MJ, McMahon J, Parr WC, Broe D, Lucas P, Cross M, et al. Evaluation of Intrinsic Biomechanical Risk Factors in Patellar Tendinopathy A Retrospective Radiographic Case-Control Series. *Orthop J Sports Med* 2018. <https://doi.org/10.1177/2325967118816038>.
- [98] van der Does HTD, Brink MS, Benjaminse A, Visscher C, Lemmink KAPM. Jump Landing Characteristics Predict Lower Extremity Injuries in Indoor Team Sports. *International Journal of Sports Medicine* 2016;37:251–6. <https://doi.org/10.1055/S-0035-1559688>.

- [99] Pasanen K, Rossi MT, Parkkari J, Heinonen A, Steffen K, Myklebust G, et al. Predictors of lower extremity injuries in team sports (PROFITS-study): a study protocol. *BMJ Open Sport and Exercise Medicine* 2015. <https://doi.org/10.1136/bmjsem-2015-000076>.
- [100] Helland C, Helland C, Bojsen-Møller J, Moltubakk MM. Mechanical properties of the patellar tendon in elite volleyball players with and without patellar tendinopathy. *British Journal of Sports Medicine* 2013.
- [101] Sinsurin K, Vachalathiti R, Jalayondeja W, Limroongreungrat W, Author C. Altered Peak Knee Valgus during Jump-Landing among Various Directions in Basketball and Volleyball Athletes. vol. 4. 2013.
- [102] van der Worp H, Zwerver J, Kuijer PPFM, Frings-Dresen MHW. The impact of physically demanding work of basketball and volleyball players on the risk for patellar tendinopathy and on work limitations. *J Back Musculoskelet Rehabil* 2011.
- [103] Aiyegbusi A, Tella B, Okeke C. Lower Limb Biomechanical Variables Are Indicators of the Pattern of Presentation of Patella Tendinopathy in Elite African Basketball and Volleyball Players. *Revista Brasileira de Ortopedia* 2019;54:540–8. <https://doi.org/10.1055/S-0039-1693743>.
- [104] Keenan AM, Redmond AC, Horton M, Conaghan PG, Tennant A. The Foot Posture Index: Rasch analysis of a novel, foot-specific outcome measure. *Arch Phys Med Rehabil* 2007;88:88–93. <https://doi.org/10.1016/J.APMR.2006.10.005>.
- [105] Hancock GE, Hepworth T, Wembridge K. Accuracy and reliability of knee goniometry methods n.d. <https://doi.org/10.1186/s40634-018-0161-5>.
- [106] Mayorga-Vega D, Merino-Marban R, Viciano J. Criterion-Related Validity of Sit-And-Reach Tests for Estimating Hamstring and Lumbar Extensibility: A Meta-Analysis. vol. 13. 2014.
- [107] LD M, JM O, NFN B, LG M, ST F. Association of Hip and Foot Factors With Patellar Tendinopathy (Jumper’s Knee) in Athletes. *J Orthop Sports Phys Ther* 2018;48:676–84. <https://doi.org/10.2519/JOSPT.2018.7426>.
- [108] Konor MM, Morton S, Eckerson JM, Grindstaff TL. Reliability of three measures of ankle dorsiflexion range of motion. *Int J Sports Phys Ther* 2012;7:279–87.
- [109] Willett GM, Keim SA, Shostrom VK, Lomneth CS. An Anatomic Investigation of the Ober Test n.d. <https://doi.org/10.1177/0363546515621762>.
- [110] Fraeulin Id L, Holzgreve F, Brinkbä Umer M, Dziuba A, Friebe D, Klemz S, et al. Intra- and inter-rater reliability of joint range of motion tests using tape measure, digital inclinometer and inertial motion capturing 2020. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0243646>.
- [111] Chamorro C, Armijo-Olivo S, de La Fuente C, Fuentes J, Chiroso LJ. Absolute reliability and concurrent validity of hand held dynamometry and isokinetic dynamometry in the hip, knee and ankle joint: systematic review and meta-analysis. *Open Med* 2017;12:359–75. <https://doi.org/10.1515/med-2017-0052>.
- [112] de Vries AJ, van der Worp H, Diercks RL, van den Akker-Scheek I, Zwerver J. Risk factors for patellar tendinopathy in volleyball and basketball players: A survey-based prospective cohort study. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports* 2014;25:678–84. <https://doi.org/10.1111/SMS.12294>.
- [113] Visnes H, Bahr R. Training volume and body composition as risk factors for developing jumper’s knee among young elite volleyball players. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* 2013;23:607–13. <https://doi.org/10.1111/J.1600-0838.2011.01430.X>.
- [114] Bisseling RW, Hof AL, Bredeweg SW, Zwerver J, Mulder T. Relationship between landing strategy and patellar tendinopathy in volleyball. *British Journal of Sports Medicine* 2007;41:e1. <https://doi.org/10.1136/BJSM.2006.032565>.
- [115] Malliaras P, Cook JL, Malliaras P. Anthropometric risk factors for patellar tendon injury among volleyball players. *Br J Sports Med* 2007;41:259–63. <https://doi.org/10.1136/bjsem.2006.030049>.
- [116] P M, JL C, P K. Reduced ankle dorsiflexion range may increase the risk of patellar tendon injury among volleyball players. *J Sci Med Sport* 2006;9:304–9. <https://doi.org/10.1016/J.JSAMS.2006.03.015>.
- [117] Ross MD, Fontenot EG. Test-retest reliability of the standing heel-rise test. *Journal of Sport Rehabilitation* 2000;9:117–23. <https://doi.org/10.1123/JSR.9.2.117>.
- [118] Delgado-Rodríguez M, Llorca J. Bias. *J Epidemiol Community Health* 2004;58:635–41. <https://doi.org/10.1136/jech.2003.008466>.
- [119] Tripepi G, Jager KJ, Dekker FW, Zoccali C. Selection Bias and Information Bias in Clinical Research. *Nephron Clin Pract* 2010;115:94–9. <https://doi.org/10.1159/000312871>.
- [120] Sica GT. Bias in research studies. *Radiology* 2006;238:780–9. <https://doi.org/10.1148/RADIOL.2383041109>.
- [121] Bradford SA, Cbe H, Frpc D, Frs). Section of Occupational Medicine The Environment and Disease: Association or Causation? n.d.
- [122] Waist-Hip Ratio More Appropriate Than Body Mass Index n.d. <https://doi.org/10.3238/arztbl.2020.0659a>.
- [123] Borga M, West J, Bell JD, Harvey NC, Romu T, Heymsfield SB, et al. Advanced body composition assessment: from body mass index to body composition profiling. *J Investig Med* 2018;66:887–95. <https://doi.org/10.1136/jim-2018-000722>.

- [124] Redmond AC, Crane YZ, Menz HB. Normative values for the Foot Posture Index 2008. <https://doi.org/10.1186/1757-1146-1-6>.
- [125] Neal BS, Griffiths IB, Dowling GJ, Murley GS, Munteanu SE, Franettovich Smith MM, et al. Foot posture as a risk factor for lower limb overuse injury: a systematic review and meta-analysis. n.d. <https://doi.org/10.1186/s13047-014-0055-4>.
- [126] de Groot R, Malliaras P, Munteanu S, Payne C, Morrissey D, Maffulli N. Foot posture and patellar tendon pain among adult volleyball players. *Clin J Sport Med* 2012;22:157–9. <https://doi.org/10.1097/JSM.0B013E31824714EB>.
- [127] Wyndow N, de Jong A, Rial K, Tucker K, Collins N, Vicenzino B, et al. The relationship of foot and ankle mobility to the frontal plane projection angle in asymptomatic adults 2016. <https://doi.org/10.1186/s13047-016-0134-9>.
- [128] AL S, AH S, P K, RT P, K GS. Modifiable risk factors for patellar tendinopathy in athletes: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med* 2018;52:1575–85. <https://doi.org/10.1136/BJSPORTS-2017-099000>.
- [129] Fong C-M, Troy Blackburn J, Norcross MF, McGrath M, Padua DA. Ankle-Dorsiflexion Range of Motion and Landing Biomechanics. vol. 46. 2011.
- [130] Alonso J, McHugh MP, Mullaney MJ, Tyler TF. Effect of hamstring flexibility on isometric knee flexion angle-torque relationship. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports* 2009;19:252–6. <https://doi.org/10.1111/J.1600-0838.2008.00792.X>.
- [131] Mendonça LD, Verhagen E, Bittencourt NFN, Gonçalves GGP, Ocarino JM, Fonseca ST. Factors associated with the presence of patellar tendon abnormalities in male athletes. *J Sci Med Sport* 2016;19:389–94. <https://doi.org/10.1016/J.JSAMS.2015.05.011>.
- [132] Lazaro RM, Souza RB, Luke AC. Patellar mobility and lower limb kinematics during functional activities in individuals with and without patellar tendinopathy. *Knee* 2021;30:241–8. <https://doi.org/10.1016/J.KNEE.2021.04.002>.
- [133] Wilczyński B, Zorena K, Ślęzak D. Dynamic Knee Valgus in Single-Leg Movement Tasks. Potentially Modifiable Factors and Exercise Training Options. A Literature Review. *Int J Environ Res Public Health* 2020;17:1–17. <https://doi.org/10.3390/IJERPH17218208>.
- [134] Mendonça LDM, Bittencourt N lia FN, Amaral GM, Diniz LS, Souza TR, da Fonseca ST. A quick and reliable procedure for assessing foot alignment in athletes. *J Am Podiatr Med Assoc* 2013;103:405–10. <https://doi.org/10.7547/1030405>.
- [135] de Castro Fajardo C, Brasil Cardoso T, Antônia Gontijo B, Anício de Magalhães F, Rezende de Souza T, Teixeira da Fonseca S, et al. Brazilian Journal of Physical Therapy Hip passive stiffness is associated with midfoot passive stiffness. *Brazilian Journal of Physical Therapy* 2021;25:530–5. <https://doi.org/10.1016/j.bjpt.2021.02.001>.
- [136] Visnes H, Aandahl PH, Bahr PR, Visnes H, Åge H, Norge T. The jumper's knee paradox-Jumping ability is a risk factor for developing jumper's knee: a 5-year prospective study. *Br J Sports Med* 2013. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2012-091385>.
- [137] HAS. Niveau de preuve et gradation des recommandations de bonne pratique 2013.
- [138] Pallot A, Rostagno S. AMSTAR-2 : traduction française de l'échelle de qualité méthodologique pour les revues de littérature systématiques. *Kinésithérapie, La Revue* 2021;21:13–4. <https://doi.org/10.1016/J.KINE.2019.12.050>.
- [139] Online Appendix 2: Inter-rater reliability of AMSTAR 2 items and references for studies included in the analyses. n.d.
- [140] Kim S-G, Lim D-H, Cho YH. Analysis of the reliability of the make test in young adults by using a hand-held dynamometer. n.d.
- [141] Kotsifaki A, Korakakis V, Graham-Smith P, Sideris V, Whiteley R. Vertical and Horizontal Hop Performance: Contributions of the Hip, Knee, and Ankle. *Sports Health* 2021;13:128. <https://doi.org/10.1177/1941738120976363>.

ANNEXES

Annexe 1 : NOS pour les études de cohorte

NEWCASTLE - OTTAWA QUALITY ASSESSMENT SCALE COHORT STUDIES

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

Selection

- 1) Representativeness of the exposed cohort
 - a) truly representative of the average _____ (describe) in the community *
 - b) somewhat representative of the average _____ in the community *
 - c) selected group of users eg nurses, volunteers
 - d) no description of the derivation of the cohort
- 2) Selection of the non exposed cohort
 - a) drawn from the same community as the exposed cohort *
 - b) drawn from a different source
 - c) no description of the derivation of the non exposed cohort
- 3) Ascertainment of exposure
 - a) secure record (eg surgical records) *
 - b) structured interview *
 - c) written self report
 - d) no description
- 4) Demonstration that outcome of interest was not present at start of study
 - a) yes *
 - b) no

Comparability

- 1) Comparability of cohorts on the basis of the design or analysis
 - a) study controls for _____ (select the most important factor) *
 - b) study controls for any additional factor * (This criteria could be modified to indicate specific control for a second important factor.)

Outcome

- 1) Assessment of outcome
 - a) independent blind assessment *
 - b) record linkage *
 - c) self report
 - d) no description
- 2) Was follow-up long enough for outcomes to occur
 - a) yes (select an adequate follow up period for outcome of interest) *
 - b) no
- 3) Adequacy of follow up of cohorts
 - a) complete follow up - all subjects accounted for *
 - b) subjects lost to follow up unlikely to introduce bias - small number lost - > ____ % (select an adequate %) follow up, or description provided of those lost) *
 - c) follow up rate < ____ % (select an adequate %) and no description of those lost
 - d) no statement

Annexe 2 : NOS pour les études transversales

Newcastle-Ottawa Scale adapted for cross-sectional studies

Selection:

1. Representativeness of the sample:
 - a. Truly representative of the average in the target population. * (all subjects or random sampling)
 - b. Somewhat representative of the average in the target group. * (non-random sampling)
 - c. Selected group of users/convenience sample.
 - d. No description of the derivation of the included subjects.
2. Sample size:
 - a. Justified and satisfactory (including sample size calculation). *
 - b. Not justified.
 - c. No information provided
3. Non-respondents:
 - a. Proportion of target sample recruited attains pre-specified target or basic summary of non-respondent characteristics in sampling frame recorded. *
 - b. Unsatisfactory recruitment rate, no summary data on non-respondents.
 - c. No information provided
4. Ascertainment of the exposure (risk factor):
 - a. Vaccine records/vaccine registry/clinic registers/hospital records only. **
 - b. Parental or personal recall and vaccine/hospital records. *
 - c. Parental/personal recall only.

Comparability: (Maximum 2 stars)

1. Comparability of subjects in different outcome groups on the basis of design or analysis. Confounding factors controlled.
 - a. Data/ results adjusted for relevant predictors/risk factors/confounders e.g. age, sex, time since vaccination, etc. **
 - b. Data/results not adjusted for all relevant confounders/risk factors/information not provided.

Outcome:

1. Assessment of outcome:
 - a. Independent blind assessment using objective validated laboratory methods. **
 - b. Unblinded assessment using objective validated laboratory methods. **
 - c. Used non-standard or non-validated laboratory methods with gold standard. *
 - d. No description/non-standard laboratory methods used.
2. Statistical test:
 - a. Statistical test used to analyse the data clearly described, appropriate and measures of association presented including confidence intervals and probability level (p value). *
 - b. Statistical test not appropriate, not described or incomplete.

Cross-sectional Studies:

Very Good Studies: 9-10 points

Good Studies: 7-8 points

Satisfactory Studies: 5-6 points

Unsatisfactory Studies: 0 to 4 points

This scale has been adapted from the Newcastle-Ottawa Quality Assessment Scale for cohort studies to provide quality assessment of cross sectional studies¹.

¹ Herzog R, et al. Is Healthcare Workers' Intention to Vaccinate Related to their Knowledge, Beliefs and Attitudes? A Systematic Review. *BMC Public Health* 2013 13:154

Annexe 3 : Tableaux détaillés des risques de biais de chaque étude incluse, en complément de l'analyse de la NOS

AIYEBUSI (2019)		RISQUE DE BIAIS
BIAIS PROPRE A L'ETUDE	Etude transversale = moins bonne fiabilité, manque du facteur temporel puisque analyse à un instant t. Difficulté d'affirmer une causalité donc risque de confusion d'un facteur associé mais non causal de la maladie.	OUI
BIAIS DE SELECTION	L'échantillon semble représentatif de la population étudiée de par sa composition et le nombre de sujets dont il est constitué. La méthode de l'étude fait cependant que les groupes ne sont pas égaux en nombre, ce qui est normal (groupes constitués en fonction de critères précis)	NON
BIAIS DE CONFUSION	D'autres facteurs pouvant influencer la présence ou non de la TP sont présents tels que : <ul style="list-style-type: none"> ✓ Le sexe : l'étude n'ayant pas analysé ses résultats pour chaque sexe de manière distincte (chacun des groupes comporte des hommes et femmes dans des proportions non équivalentes) cela pourrait apparaître comme un biais de confusion : <u>cependant</u>, le sexe est tout de même pris en compte dans l'interprétation des résultats afin de pondérer ceux-ci et d'analyser l'impact de chaque facteur en fonction du sexe. ✓ Le sport : en effet, cette étude ne porte pas uniquement sur des joueurs de volleyball mais aussi sur des athlètes pratiquant le basketball. Même si les facteurs de risque évoqués dans l'introduction de notre revue semblent affirmer qu'ils pourraient être les mêmes pour ces deux sports, cela peut tout de même influencer les résultats de la population qui nous intéresse (volleyeurs). 	MODERE
BIAIS DE MESURE	Les tests cliniques (RLHT et SLDST) et examen paraclinique (échographie) réalisés afin de confirmer ou infirmer la présence de TP (critère de jugement) sont valides et fiables (cf introduction). Les outils de mesure utilisés (PFI, goniomètre, SART) sont également des outils valides et fiables [104] [139] sous réserve bien sûr que le protocole soit suivi de manière stricte.	NON
BIAIS D'EVALUATION	Tous les tests et mesures ont bien été effectués en aveugle, que ce soit pour le critère de jugement ou pour les facteurs de risque.	NON

MENDONCA (2018)		RISQUE DE BIAIS
BIAIS PROPRES A L'ETUDE	Etude transversale = moins bonne fiabilité, manque du facteur temporel puisque analyse à un instant t. Difficulté d'affirmer une causalité donc risque de confusion d'un facteur associé mais non causal de la maladie.	OUI
BIAIS DE SELECTION	L'échantillon semble représentatif de la population étudiée de par sa composition et le nombre de sujets dont il est constitué. La méthode de l'étude fait cependant que les groupes ne sont pas égaux en nombre, ce qui est normal (groupes constitués en fonction de critères précis)	NON
BIAIS DE CONFUSION	D'autres facteurs pouvant influencer la présence ou non de la tendinopathie patellaire sont présents tels que : <ul style="list-style-type: none"> ✓ Le sexe : l'étude n'ayant pas analysé ses résultats pour chaque sexe de manière distincte (chacun des groupes comporte des hommes et femmes dans des proportions non équivalentes) cela peut apparaître comme un biais de confusion étant donné la différence épidémiologique entre les hommes et les femmes (cf introduction). 	OUI

	<p>✓ Le sport : en effet, cette étude ne porte pas uniquement sur des joueurs de volleyball mais aussi sur des athlètes pratiquant le basketball. Même si les facteurs de risque évoqués dans l'introduction de notre revue semblent affirmer qu'ils pourraient être les mêmes pour ces deux sports, cela peut tout de même influencer les résultats de la population qui nous intéresse (volleyeurs).</p>	
BIAIS DE MESURE	<p>Concernant l'évaluation du critère de jugement (TP) : les critères semblent trop peu significatifs notamment sur l'absence d'échelle de quantification de la douleur. L'utilisation du VISA-P score vient cependant renforcer la validité du diagnostic.</p> <p>Concernant les outils de mesure permettant l'analyse des potentiels facteurs de risque (mesure angulaire par logiciel [104], WBLT [108], OB [109], inclinomètre [110] et dynamomètre à main [140]), ils sont valides et fiables.</p>	MODERE
BIAIS D'ÉVALUATION	<p>Les tests et mesure ont bien été réalisés en aveugle. Ce n'est pas le cas du diagnostic de TP puis lorsque le médecin devait confirmer ou infirmer la présence de TP, il n'était pas en aveugle des symptômes relatés par le patient.</p>	MODERE
DE VRIES (2014)		RISQUE DE BIAIS
BIAIS PROPRES A L'ÉTUDE	<p>Etude de cohorte rétrospective longitudinale = bonne fiabilité</p>	NON
BIAIS DE SÉLECTION	<p>L'échantillon semble représentatif de la population étudiée de par sa composition et le nombre de sujets dont il est constitué.</p> <p>Avantage d'une étude rétrospective : pas de perdu de vue.</p>	NON
BIAIS DE CONFUSION	<p>Le risque est faible étant donné qu'une étude de cohorte permet un suivi dans le temps. On a donc un risque moindre d'une association soit considérée comme une causalité sans en être une.</p> <p>✓ Les résultats sont bien analysés pour chaque sexe et chaque sport séparément.</p>	NON
BIAIS DE MESURE	<p>Concernant l'évaluation du critère de jugement (TP) : les critères semblent trop peu significatifs et ressortent d'une auto-évaluation sur simple base de la localisation de la douleur.</p> <p>Concernant les outils de mesure permettant l'analyse des potentiels facteurs de risque, ils ne sont pas détaillés et ressortent également d'un questionnaire rempli par les participants. Biais de mémorisation, d'information, de précision.</p>	OUI
BIAIS D'ÉVALUATION	<p>Les tests et mesures ont été renseignés par les participants eux-mêmes. Pas d'évaluation en aveugle donc.</p>	OUI

VISNES (2013)		RISQUE DE BIAIS
BIAIS PROPRES A L'ÉTUDE	<p>Etude de cohorte prospective longitudinale = bonne fiabilité</p>	NON
BIAIS DE SÉLECTION	<p>L'échantillon représente bien la population cible.</p> <p>Dans le diagramme de flux présentant les évolutions de la population au cours de l'étude (4 ans), il n'existe pas de perdus de vue à proprement parlé puisque toute exclusion est justifiée. De plus, l'exclusion du participant est</p>	NON

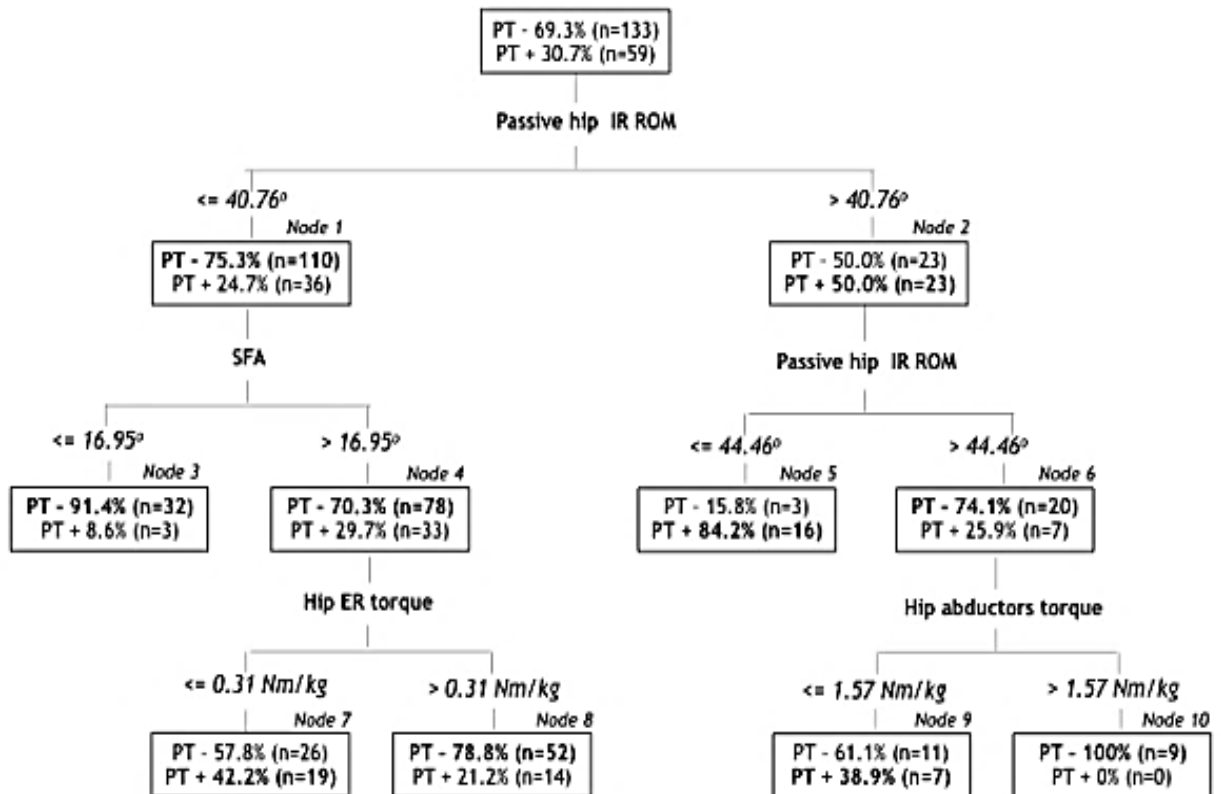
	prévue dès lors qu'il présente un diagnostic de TP. Des nouveaux athlètes rejoignent régulièrement l'étude en cours.	
BIAIS DE CONFUSION	Le risque est faible étant donné qu'une étude de cohorte permet un suivi dans le temps. On a donc un risque moindre d'une association soit considérée comme une causalité sans en être une. Les résultats sont bien analysés pour chaque sexe séparément.	NON
BIAIS DE MESURE	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Concernant le critère de jugement (TP), les seuls outils diagnostics utilisés sont la palpation douloureuse du tendon et la douleur péri patellaire ce qui est relativement imprécis étant donné qu'aucune échelle de quantification de la douleur n'est utilisée. Même si ces outils font partie du diagnostic de TP, un test fonctionnel type SLDST ou une imagerie auraient été appréciés. ✓ Concernant l'évaluation des facteurs d'exposition : pour le volume d'entraînement, on se base sur des données remplies chaque semaine par l'athlète ce qui peut constituer un biais de mémorisation ou d'imprécision difficile à évaluer. Les données anthropométriques quant à elles, sont recueillies 2 fois par an par l'examineur et demandent des outils simples et valides (goniomètre, mètre-ruban, pied à coulisse) si tant est qu'ils soient bien utilisés. 	MODERE
BIAIS D'EVALUATION	<p style="text-align: center;">Aucun évaluateur n'est en aveugle.</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Concernant le critère de jugement, c'est d'abord l'athlète lui-même qui décide d'aller voir un médecin ou kiné qui effectue le diagnostic, qui à leur tour font intervenir l'examineur principal afin de constater la présence de TP = biais important. ✓ Concernant les facteurs étudiés, les données sont recueillies et les mesures prises toujours par le même examinateur = biais important 	OUI

BISSELING (2007)		RISQUE DE BIAIS
BIAIS PROPRES A L'ETUDE	Etude transversale = moins bonne fiabilité, manque du facteur temporel puisque analyse à un instant t.	OUI
BIAIS DE SELECTION	La taille de l'échantillon (3 groupes de n = 8, 7 et 9) semble trop faible pour représenter fidèlement la population cible. De plus, les informations rapportées par les athlètes avant d'être intégrés dans l'étude peuvent ne pas être exactes (biais de mémorisation, imprécision du questionnaire, des réponses...) : on ne connaît pas la validité de ce questionnaire.	OUI
BIAIS DE CONFUSION	<ul style="list-style-type: none"> ✓ L'échantillon est composé uniquement d'hommes : il n'existe donc pas de biais de confusion concernant la variable « sexe ». <p>Etant donné la faible population, il faudra analyser et interpréter les résultats avec précaution en les comparant si possible avec ceux obtenus dans d'autres études aux échantillons plus importants afin de montrer une réelle causalité.</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Etude transversale = difficulté d'affirmer une causalité donc risque de confusion d'un facteur associé mais non causal de la maladie. 	MODERE
BIAIS DE MESURE	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Concernant le critère de jugement (TP), il est diagnostiqué en fonction de critères valides (douleur, douleur à la palpation, SLDST et VISA-P score) mais trop imprécis (manque d'échelle de quantification de la douleur) ✓ Concernant les facteurs évalués, l'outil de mesure utilisé (capteurs, caméras...) ne fait pas ressortir d'informations quant à sa validité et sa fiabilité dans la littérature. 	OUI

BIAIS D'ÉVALUATION	<u>Aucun</u> des évaluateurs de du critère de jugement ou des facteurs d'exposition ne sont mentionnés comme <u>étant en aveugle</u> .	OUI
MALLIARAS (2007)		RISQUE DE BIAIS
BIAIS PROPRES A L'ÉTUDE	Etude transversale = moins bonne fiabilité, manque du facteur temporel puisque analyse à un instant t.	OUI
BIAIS DE SELECTION	L'échantillon semble représentatif de la population étudiée, de par sa composition et le nombre de sujets dont il est constitué.	NON
BIAIS DE CONFUSION	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Le sexe : l'étude a bien analysé ses résultats de manière distincte pour chaque sexe (logique étant donné la nature des facteurs). ✓ Etude transversale = difficulté d'affirmer une causalité donc risque de confusion d'un facteur associé mais non causal de la maladie. 	NON
BIAIS DE MESURE	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Concernant le critère de jugement (TP), il a été mis en évidence via la réalisation d'une échographie par un médecin expérimenté. C'est donc un examen fiable et valide dans ce cas précis (cf introduction). ✓ Concernant les mesures des facteurs anthropométriques (FDR potentiels), ils ont été effectués à l'aide de protocole (non mentionnés dans l'étude). L'article précise que les mesures ont été effectuées plusieurs fois en « entraînement » par les examinateurs et que de ce fait la fiabilité inter et intra-évaluateurs est satisfaisante (non vérifiable). 	NON
BIAIS D'ÉVALUATION	L'évaluateur du critère de jugement était <u>en aveugle</u> des résultats cliniques et les examinateurs évaluant les facteurs de risque également.	NON

MALLIARAS (2006)		RISQUE DE BIAIS
BIAIS PROPRES A L'ÉTUDE	Etude transversale = moins bonne fiabilité, manque du facteur temporel puisque analyse à un instant t.	OUI
BIAIS DE SELECTION	L'échantillon semble représentatif de la population étudiée, de par sa composition et le nombre de sujets dont il est constitué.	NON
BIAIS DE CONFUSION	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Le sexe : l'étude n'ayant pas analysé ses résultats pour chaque sexe de manière distincte (chacun des groupes comporte des hommes et femmes dans des proportions non équivalentes) cela peut apparaître comme un biais de confusion étant donné la différence épidémiologique entre les deux sexes (cf introduction). ✓ Etude transversale = difficulté d'affirmer une causalité donc risque de confusion d'un facteur associé mais non causal de la maladie. 	OUI
BIAIS DE MESURE	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Concernant les outils de mesure utilisés pour le critère de jugement (échographie, SLDST), ils sont fiables et valides (cf introduction). ✓ Concernant les outils de mesure utilisés pour les facteurs étudiés (WBLT [108], SHRT [117]), ils sont fiables et valides. 	NON
BIAIS D'ÉVALUATION	L'évaluateur du critère de jugement était <u>en aveugle</u> des résultats cliniques et les examinateurs évaluant les facteurs de risque également.	NON

Annexe 4 : Arbre de probabilités des résultats de l'étude de Mendonça (2018)



Annexe 5 : tableaux d'analyse globale des études incluses d'après le système GRADE

Tableau 9. Niveaux de qualité des données scientifiques pour chaque résultat important d'après Balshem *et al.*, 2011 (19)

Niveau de qualité	Définition*
Élevé	Nous avons une confiance élevée dans l'estimation de l'effet : celle-ci doit être très proche du véritable effet.
Modéré	Nous avons une confiance modérée dans l'estimation de l'effet : celle-ci est probablement proche du véritable effet, mais il est possible qu'elle soit nettement différente.
Faible	Nous avons une confiance limitée dans l'estimation de l'effet : celle-ci peut être nettement différente du véritable effet.
Très faible	Nous avons très peu confiance dans l'estimation de l'effet : il est probable que celle-ci soit nettement différente du véritable effet.

* : ancienne définition des niveaux de qualité d'après Atkins *et al.*, 2004 (18) :

- **élevé** : il est très improbable que des études futures changent la confiance que nous avons dans l'estimation de l'effet ;
- **modéré** : il est probable que des études futures aient un impact important sur la confiance que nous avons dans l'estimation de l'effet et qu'elles puissent changer l'estimation de l'effet ;
- **faible** : il est très probable que des études futures aient un impact important sur la confiance que nous avons dans l'estimation de l'effet et il est probable qu'elles changent l'estimation de l'effet ;
- **très faible** : toute estimation de l'effet est très incertaine.

Tableau 10. Facteurs qui influencent la cotation de la qualité des données scientifiques d'après Atkins *et al.*, 2004 (10,18,19)

Facteurs	Description du facteur	Niveau de qualité de départ (nombre de niveaux en moins ou en plus)
Type d'études	essais contrôlés randomisés	élevé
	études observationnelles*	faible
Facteurs qui peuvent diminuer le niveau de qualité des données scientifiques provenant d'études observationnelles et d'essais contrôlés randomisés	risque de biais	
	sérieux	(-1)
	très sérieux	(-2)
	hétérogénéité des résultats	
	importante	(-1)
	très importante	(-2)
	caractère direct des données	
	incertitude	(-1)
	incertitude majeure	(-2)
	imprécision	
	sérieuse	(-1)
	très sérieuse	(-2)
	biais de publication	
	probable	(-1)
très probable	(-2)	
Facteurs qui peuvent augmenter	force de l'association	
le niveau de qualité des données scientifiques provenant d'études observationnelles	Données scientifiques solides d'une association – risque relatif significatif > 2 (< 0,5) fondé sur des données cohérentes issues d'au moins deux études observationnelles, sans facteurs de confusion plausible.	(+1)
	Données scientifiques très solides d'une association – risque relatif significatif > 5 (< 0,2) fondé sur des données directes, sans problème majeur de validité.	(+2)
	Données d'un gradient dose-réponse	(+1)
	Présence de facteurs de confusion plausibles	
	qui auraient réduit l'effet observé (ces facteurs n'ayant pas été pris en compte dans l'analyse avec ajustement) ;	(+1)
	qui auraient fait s'attendre à un effet alors que les résultats ne montrent aucun effet.	(+1)

* : étude observationnelle : études de cohortes, études cas-témoins, analyses de séries interrompues, études contrôlées avant-après.

Annexe 6 : VISA-P score

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	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Points <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	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
0	4	10	14	20	Points <input type="checkbox"/>

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	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
0	2	5	7	10	Points <input type="checkbox"/>

TOTAL VISA SCORE

ETUDE DES FACTEURS DE RISQUE ANTHROPOMETRIQUES ET BIOMECHANIQUES DE LA
TENDINOPATHIE PATELLAIRE CHEZ LE VOLLEYEUR

STUDY OF THE ANTHROPOMETRIC AND BIOMECHANICAL RISK FACTORS FOR PATELLAR
TENDINOPATHY IN VOLLEYBALL PLAYERS

Résumé :

INTRODUCTION : La tendinopathie patellaire est une des blessures les plus courantes chez le volleyeur, notamment à haut niveau. Cette pathologie peut entraîner des conséquences importantes sur la performance sportive voire sur la carrière professionnelle. **OBJECTIF :** L'objectif de cette revue est d'étudier les facteurs de risque anthropométriques et biomécaniques de la tendinopathie patellaire chez le volleyeur de haut niveau, afin d'apporter une vue d'ensemble des données actuelles de la littérature scientifiques sur le sujet. **METHODE :** Des recherches ont été effectuées dans des bases de données électroniques médicales (PubMed, Cochrane Library, Kinédoc) et non-médicales (Google Scholar) en utilisant les termes relatifs à la question basée sur le modèle PICO. Sept articles, dont deux études de cohorte et cinq études transversales ont été inclus dans la revue. La qualité méthodologique des études a été évaluée à l'aide de la Newcastle Ottawa Scale (NOS). **RESULTATS :** L'analyse des articles a permis de déterminer plusieurs facteurs associés à la tendinopathie patellaire : taille, poids, tour de hanche, tour de taille, angle Q, pronation du pied excessive, hypoextensibilité des ischio-jambiers, stratégie d'atterrissage, rotation interne excessive du fémur, rotation externe excessive du tibia, déficit de flexion dorsale de cheville, position de l'avant-pied, déficit de force musculaire des abducteurs et des rotateurs externes de hanche et hyperextensibilité de la bandelette ilio-tibiale. **DISCUSSION :** Les études incluses présentent de nombreux biais, et leur niveau scientifique est faible. De ce fait, il est difficile d'affirmer une relation de causalité entre tous les facteurs étudiés et la tendinopathie patellaire. De plus, il existe de nombreux autres facteurs pouvant influencer l'apparition de la maladie. La présente étude a été évaluée à l'aide de la grille AMSTAR 2.

Abstract :

INTRODUCTION : Patellar tendinopathy is one of the most common injuries in volleyball players, especially at high level. This pathology can have significant consequences on sports performance and even on the professional career. **OBJECTIVE :** The purpose of this review is to analyze patellar tendinopathy anthropometric and biomechanical risk factors in high-level volleyball players, in order to provide an overview of the current data information available on the subject in scientific literature. **METHOD :** Searches were carried out in medical (PubMed, Cochrane Library, Kinédoc) and non-medical electronic databases (Google Scholar) using the terms relating to the question based on the PICO model. Seven articles, including two cohort studies and five cross-sectional studies were included in the review. The methodological quality of the studies was assessed using the Newcastle Ottawa Scale (NOS). **RESULTS :** The articles analysis made it possible to determine several factors associated with patellar tendinopathy : height, weight, hip circumference, waist circumference, Q angle, excessive foot pronation, hypoextensibility of the hamstrings, landing strategy, excessive internal femoral rotation, excessive external tibial rotation, ankle dorsiflexion deficit, forefoot position, deficit of muscle strength of abductors and external hip rotators and hyperextensibility of the iliotibial band. **DISCUSSION :** The studies included present many biases, and their scientific level is low. Therefore, it's difficult to affirm a causal relationship between all the factors studied and patellar tendinopathy. In addition, there are many other factors that can influence the onset of the pathology. This study was assigned using the AMSTAR 2 grid.

Mots-clés : *facteurs de risque, tendinopathie patellaire, jumper's knee, anthropométrie, biomécanique, volleyball.*

Keywords : *risk factors, patellar tendinopathy, jumper's knee, anthropometric, biomechanic, volleyball.*