



L'intérêt du contrôle moteur du core dans la rééducation du syndrome douloureux fémoro-patellaire chez la femme active

Claire Lauro Lillo

► To cite this version:

Claire Lauro Lillo. L'intérêt du contrôle moteur du core dans la rééducation du syndrome douloureux fémoro-patellaire chez la femme active. Médecine humaine et pathologie. 2021. dumas-03356984

HAL Id: dumas-03356984

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03356984>

Submitted on 28 Sep 2021

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

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

**L'intérêt du contrôle moteur du core dans la
rééducation du syndrome douloureux
fémoro-patellaire chez la femme active**

LAURO LILLO Claire

Directrice de mémoire : Mme H. Portefaix

Remerciements

À *Hélène Portefaix*, ma directrice de mémoire, pour son investissement, ses conseils, son suivi et ses corrections tout au long de la réalisation de ce mémoire qui m'ont permis d'avancer et d'améliorer mon travail.

À *Mélanie et Edwige*, kinésithérapeute et amie enseignante en biologie, pour leurs avis et leur aide dans les moments où j'avais des difficultés à avancer dans la réalisation de ce mémoire.

Aux *différents kinésithérapeutes* que j'ai pu rencontrer en stage, ou *professeurs de l'école*, qui m'ont permis d'avoir une vision critique sur ma future pratique clinique. Ils ont cru en moi, m'ont permis de m'affirmer, avoir confiance en moi et m'épanouir dans cette profession.

À *mes amis*, ceux avec qui j'ai grandi, qui m'ont soutenue dans les bons comme dans les mauvais moments et ceux que j'ai rencontré à l'IFMK avec qui j'ai pu partager ces belles années d'études.

À *Pierre-Yves*, pour son soutien et ses encouragements au quotidien.

À *mes parents et mes frères* pour leur patience et leur soutien tout au long de mes études.

Table des matières

1. INTRODUCTION	1
1. CONTEXTE ACTUEL.....	1
2. LE SYNDROME DOULOUREUX FEMORO-PATELLAIRE	1
1. Définition	1
2. Épidémiologie	2
3. Étiologie	2
4. Physiopathologie du SDFP	2
5. Diagnostique du SDFP	3
6. Thérapeutiques disponibles pour le SDFP.....	5
3. RAPPELS ANATOMIQUES ET BIOMECANIQUES DE L'ARTICULATION FEMORO-PATELLAIRE	6
1. Rappels anatomiques	6
2. Cinésiologie et biomécanique de l'articulation fémoro-patellaire	6
3. La notion d'angle Q	7
4. Le valgus de genou : statique et dynamique.....	8
4. FEMMES ET BLESSURES	11
1. La femme et le sport de nos jours	11
2. Différences hommes/femmes	11
5. CONTROLE MOTEUR DU TRONC	13
1. Notion de « core »	13
2. Rôle du contrôle moteur du tronc sur les pathologies du genou	16
6. INTERET DE LA REVUE	17
7. HYPOTHESE THEORIQUE/PROBLEMATISATION	18
2. METHODOLOGIE.....	19
1. CRITERES D'ELIGIBILITE DES ETUDES POUR CETTE REVUE	19
1. Schéma d'étude	19
2. Population/pathologie	20
3. Intervention	20
4. Compareur	20
5. Objectifs/Outcomes (critères de jugement)	20
2. METHODOLOGIE DE RECHERCHE DES ETUDES	21
1. Sources documentaires investiguées.....	21
2. Équation de recherche utilisée	21
3. METHODE D'EXTRACTION ET D'ANALYSE DES DONNEES.....	22
1. Méthode de sélection des études.....	22
2. Évaluation de la qualité méthodologique des études sélectionnées	23
3. Extraction des données.....	24
4. Méthode de synthèse des résultats.....	24
3. RESULTATS	25
1. DESCRIPTION DES ETUDES	25
1. Résultats de la recherche	25
2. Études exclues	26
3. Études incluses.....	27
1. Participants.....	27
2. Intervention	28
3. Critères de jugement	29
2. RISQUES DE BIAIS DES ETUDES INCLUES	29
1. Grille d'analyse utilisée.....	29
2. Synthèse des biais retrouvés	29
3. EFFET DE L'INTERVENTION SUR LES CRITERES DE JUGEMENT DE CETTE REVUE	30
1. Synthèse des résultats	30

2.	<i>Synthèse des résultats en fonction des critères de jugement</i>	31
4.	DISCUSSION	38
1.	ANALYSE DES PRINCIPAUX RESULTATS	38
1.	<i>La douleur</i>	39
2.	<i>Les limitations fonctionnelles et la douleur antérieure de genou</i>	41
3.	<i>Cinématique du tronc, du bassin et des membres inférieurs</i>	42
2.	APPLICABILITE DES RESULTATS EN PRATIQUE CLINIQUE	43
1.	<i>La population étudiée</i>	43
2.	<i>L'intervention</i>	43
3.	<i>Le comparateur</i>	44
4.	<i>Les critères de jugement utilisés</i>	45
3.	QUALITE DES PREUVES	45
4.	EXPERIENCES COMPLEMENTAIRES NECESSAIRES	47
5.	BIAIS POTENTIELS DE LA REVUE	48
5.	CONCLUSION	50
6.	BIBLIOGRAPHIE	52
7.	TABLE DES ILLUSTRATIONS	59
8.	ANNEXES	60

1. Introduction

1. Contexte actuel

Les recherches scientifiques récentes concernant le syndrome douloureux fémoro-patellaire (SDFP) s'intéressent de plus en plus à l'influence des régions distales et proximales du membre inférieur. L'étiologie de cette pathologie souvent décrite en littérature et fréquemment rencontrée en clinique reste encore assez floue. Les études scientifiques s'y intéressant mettent en évidence des résultats contradictoires, le problème étant de savoir si le paramètre recherché est une cause de l'émergence d'un tel syndrome ou bien s'il s'agit d'une conséquence. En effet, il en ressort que certaines déficiences favorisent la survenue et/ou l'entretien de ce syndrome.

Dans une première partie nous définirons le SDFP afin de mieux comprendre la pathologie puis nous évoquerons quelques rappels sur l'anatomie et la biomécanique de l'articulation fémoro-patellaire.

Dans un second temps, nous définirons la population choisie du fait de la différence d'incidence selon le sexe.

Enfin, nous essaierons de décrire le lien qui existe entre l'instabilité du tronc et les pathologies du genou et d'en défaire les effets d'une rééducation par le contrôle moteur du core dans le traitement et/ou la prévention du SDFP chez la femme active.

2. Le syndrome douloureux fémoro-patellaire

1. Définition

Le syndrome douloureux fémoro-patellaire (SDFP) est caractérisé par une douleur autour ou derrière la patella, qui est aggravée par une activité où l'articulation fémoro-patellaire subit une charge lors d'un appui genou fléchi. Les douleurs sont d'apparition progressive, durables dans le temps, et sont majorées par des mouvements comme l'accroupissement, la montée ou la descente des escaliers, la course ou le saut. Il existe plusieurs synonymes pour définir ce syndrome : douleur antérieure du genou, genou du coureur, syndrome du genou antérieur. [1][2]

Le SDFP apparaît dans un contexte d'hyperpressions cartilagineuses provoquées par un défaut de positionnement de la patella. L'évolution du SDFP peut ainsi mener à une altération des cartilages patellaires et trochléens et conduire à une arthrose fémoro-patellaire. [3]

2. Épidémiologie

Le SDFP est l'une des affections les plus courantes du genou et représente 25% à 40% de toutes les blessures du genou rencontrées dans les cliniques de médecine du sport.[4] Même si les personnes sédentaires peuvent être également touchées, il s'agit du diagnostic le plus fréquemment posé chez les coureurs à pied, soit 16 à 25% de toutes les blessures dans cette population. [2]

Il est reconnu dans le monde entier comme la plainte la plus fréquemment diagnostiquée au niveau du genou chez les adolescents et jeunes adultes (15 à 30 ans). [5]

Il est à noter également une différence d'incidence selon le sexe. De prédominance féminine, l'incidence annuelle est deux fois plus élevée chez la femme que chez l'homme. [6]

De plus, ces douleurs deviennent chroniques dans 70 à 90% des cas avec un taux de récurrences élevé. [7] Ce dernier explique l'importance d'une prise en charge optimisée et impliquant un traitement de la pathologie sur le long terme.

3. Étiologie

L'étiologie du SDFP est complexe et de nature multifactorielle. Plusieurs facteurs de risques sont connus pour contribuer au développement du SDFP et l'influence de chacun d'eux fait toujours l'objet de débats. Ces facteurs sont développés dans le tableau 1. [4]

Tableau 1 : Facteurs étiologiques du SDFP: [8] [9] [10] [2]

Types de facteurs	Exemples
Facteurs extrinsèques	- Les activités sportives comme la course, les squats... - Le type de surface sur lequel est pratiquée l'activité - Équipement utilisé (chaussures...)
Facteurs intrinsèques (locaux, distaux et proximaux)	- Locaux : inflammation du corps adipeux infra-patellaire ; rétraction du rétinaculum latéral ; souffrance de l'os sous-chondral ; instabilité patellaire ; valgus dynamique de genou - Distaux : éversion de l'arrière pied - Proximaux : faiblesse des quadriceps ; faiblesse des muscles abducteurs et rotateurs latéraux de hanche ; raideur des ischio-jambiers et de la bandelette ilio-tibiale

La complexité et la variété de ces facteurs étiologiques expliquent la difficulté, pour le praticien, à diagnostiquer et donc à traiter les patients.

4. Physiopathologie du SDFP

La physiopathologie du SDFP n'est pas bien comprise et très controversée. Les études des facteurs biomécaniques qui contribuent potentiellement à ce syndrome mettent en évidence des résultats contradictoires, un manque de reproductibilité et l'absence de conclusions fermes. La recherche dans ce domaine est difficile en raison de la nature multifactorielle de ce syndrome.

Un genou physiologique nécessite des forces équilibrées qui agissent sur la patella ; si l'équilibre est modifié, le mouvement de la patella peut être altéré, ce qui exerce des contraintes supplémentaires sur les tissus mous de l'articulation. Lorsque cette contrainte dépasse la résistance mécanique des tissus, il en résulte des micros-dommages articulaires (usure des structures osseuses et cartilagineuses), une inflammation et une douleur pouvant par la suite aboutir à de l'arthrose fémoro-patellaire. [11]

Ainsi, cette pathologie se traduit par un mauvais cheminement (*maltraking* selon le terme anglais) de la patella dans la trochlée fémorale. La douleur apparaît lorsque l'articulation fémoro-patellaire subit une charge trop importante qui entraîne une compression excessive sur les facettes patellaires. Ce phénomène est décrit dans de très nombreux articles de la littérature et fait l'objet d'un consensus international. [1][3][12][13]

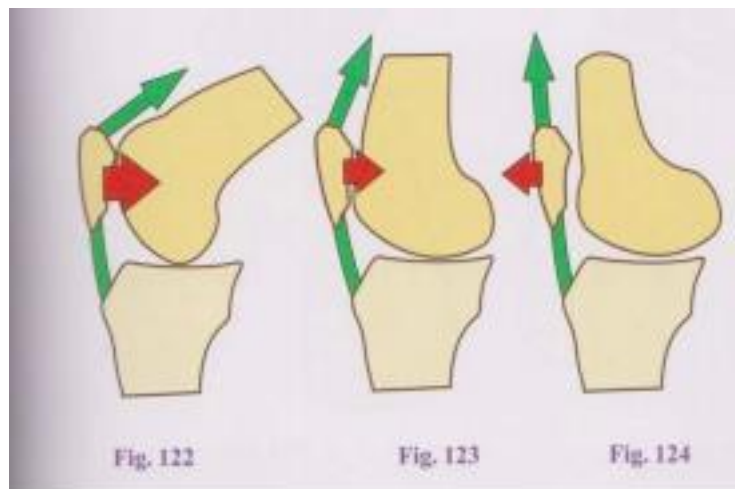


Figure 1: Mécanismes des contraintes sur l'articulation fémoro-patellaire [5]

De ce fait, cette pathologie paraîtrait, dans un premier temps, facile à traiter. Or, le SDFP est encore difficile à appréhender pour le praticien, tant pour le diagnostic que sur le plan thérapeutique. Ceci est dû notamment à son étiologie complexe, encore mal comprise et dont les données sur son influence sont encore insuffisantes.

5. Diagnostique du SDFP

Un bilan complet est nécessaire et permet d'aboutir au bon diagnostic et le bilan clinique prime sur le bilan paraclinique. En effet, ce dernier peut être utilisé pour diagnostiquer une autre pathologie, mais dans le cas du SDFP, l'imagerie doit être normale.[2] [11]

Symptomatologie

Dans le SDFP, la triade symptomatique est constituée par :

- La *douleur spontanée*, douleur antérieure du genou, souvent diffuse, mais celle-ci peut être péri ou rétro-patellaire ou *provoquée* par la palpation des facettes patellaires. Cette douleur est de type mécanique, souvent fluctuante en termes de fréquence et d'intensité.
- Une douleur déclenchée par des *manœuvres d'hyperpression* (la position assise prolongée, la montée ou descente des escaliers, les squats).

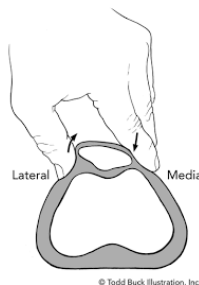
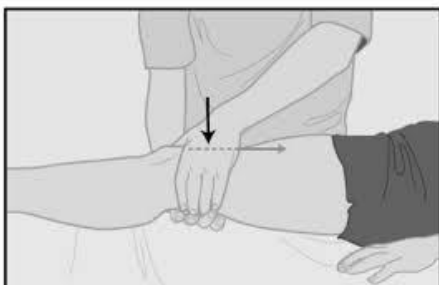
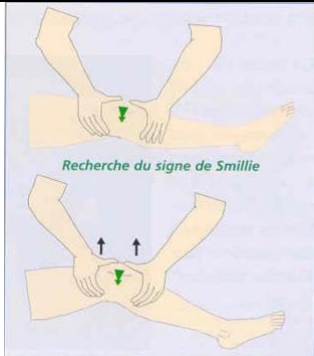
- *L'instabilité subjective* y compris les défauts de glissement (bruits articulaires, sensation de craquement, pseudo-blocage).[5]

Un des signes caractéristiques du SDFP dont se plaint le patient au cours de l'interrogatoire est le **signe du cinéma**. Il correspond à une douleur (décrite précédemment) qui apparaît à la suite d'une position assise prolongée, lorsque le genou passe d'une position de flexion prolongée à une position où le genou est en extension. [8]

L'examen physique

Il est important de noter que notre corps est un ensemble de maillons, ou chaînes, toutes liées les unes aux autres. Ainsi, l'examen clinique ne se limitera pas à l'articulation fémoro-patellaire mais prendra en compte le membre inférieur dans sa globalité. En effet, cet examen clinique doit nous permettre d'identifier les facteurs de risques décrits précédemment.

Tableau 2 : Les tests cliniques [12][13-16]

Noms	Patellar tilt test	Test de Clarke (signe de Zohlen)	Signe de Smillie
Test			
Sensibilité (en %)	43	39 à 48	100
Spécificité (en %)	92	67 à 75	88

Il apparaît qu'un certain nombre de tests se révèlent être assez spécifiques, très peu en revanche possèdent une sensibilité suffisante pour être utilisés avec certitude (voir tableau 2).[14] Cette haute spécificité est à mettre en relation avec les valeurs des ratios de vraisemblance positive (« positive Likelihood Ration » ou LR+) associées qui sont, elles, relativement faibles et tempèrent donc l'impact diagnostique des tests. Le meilleur LR+ retrouvé étant de 5,4 pour le « patellar tilt test ». [14] Cependant un LR+ compris entre 5 et 10 est considéré comme ayant un effet modéré, et donc le diagnostic doit être confirmé avec d'autres tests. [15] De plus, le signe de Smillie ayant une sensibilité de 100%, est un signe pathognomonique d'une instabilité patellaire.

Les diagnostics différentiels

Les diagnostics différentiels du SDFP sont nombreux et ne peuvent être négligés. On retrouve notamment :

- L'arthrose fémoro-patellaire
- Dysplasie trochléenne
- Fracture de fatigue
- Tendinopathie : patellaire, quadricipitale
- Le syndrome de la bandelette ilio-tibiale
- Des lésions ligamentaire (ligaments croisées ou méniscales)
- La maladie d'Osgood-Schlatter (chez l'adolescent en particulier) [2,8]

6. Thérapeutiques disponibles pour le SDFP

Selon les recommandations de la Haute Autorité de Santé (HAS), « Le traitement préférentiel est conservateur mais aucun consensus n'est disponible dans la littérature. Tous les auteurs s'accordent à dire que le traitement chirurgical n'est utilisé qu'en dernier recours en cas d'échec du traitement thérapeutique. Il consiste, sous arthroscopie, en un repositionnement de la patella. » [16]

Tableau 3 : stratégies thérapeutiques conservatrices [2][3][8][6][17]

Repos relatif	Afin de réduire les contraintes fémoro-patellaires. Pour les sportifs, le repos partiel ou complet peut être indiqué. Mais, en cas de repos partiel, l'activité doit être réalisée sous le seuil douloureux.
Rééducation	- Le renforcement du quadriceps - Le renforcement des abducteurs et rotateurs externes de hanche - Étirement des chaînes antérieures et postérieures des membres inférieurs - L'étirement des rétinaculum patellaires - Le travail de stabilisation du bassin et renforcement des muscles du core permet de réduire les pressions sur l'articulation en stabilisant le recrutement des muscles. - L'amélioration de la proprioception des membres inférieurs
Autres thérapeutiques	- Les anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS) - Plusieurs orthèses de genou existent pour stabiliser la patella (efficacité limitée)

Pourtant, malgré les effets souvent positifs à court terme, une récurrence de la douleur est fréquente et le risque de développer une arthrose fémoro-patellaire est augmenté. Ceci souligne la nécessité d'optimiser la prise en charge de cette pathologie.

3. Rappels anatomiques et biomécaniques de l'articulation fémoro-patellaire

1. Rappels anatomiques

Le genou constitue l'articulation intermédiaire du membre inférieur pour paraphraser B. Dolto « un valet soumis à deux maîtres ». Il est soumis à de nombreuses contraintes et doit donc concilier deux impératifs contradictoires : stabilité et mobilité.

L'articulation fémoro-patellaire met en contact l'extrémité inférieure du fémur (trochlée) et la face postérieure de la patella. Il s'agit d'une articulation de type ginglyme à 1 degré de liberté. C'est une poulie composée d'une gorge sagittale et de deux joues. La joue latérale a une surface articulaire plus grande, capable de mieux supporter les contraintes fémoro-patellaires qui ont tendance à charger ce compartiment latéral. Plus saillante, elle offre un frein osseux au dégagement latéral de la patella. [18]

La patella est un os plat, os sésamoïde formant le squelette antérieur du genou. On y retrouve d'arrière en avant, les insertions de la capsule, des rétinaculum patellaires et ligaments ménisco-patellaires correspondants, puis l'insertion du vaste homolatéral. [18]

2. Cinésiologie et biomécanique de l'articulation fémoro-patellaire

L'étude de la biomécanique est essentielle pour comprendre le dysfonctionnement de l'articulation fémoro-patellaire. [11]

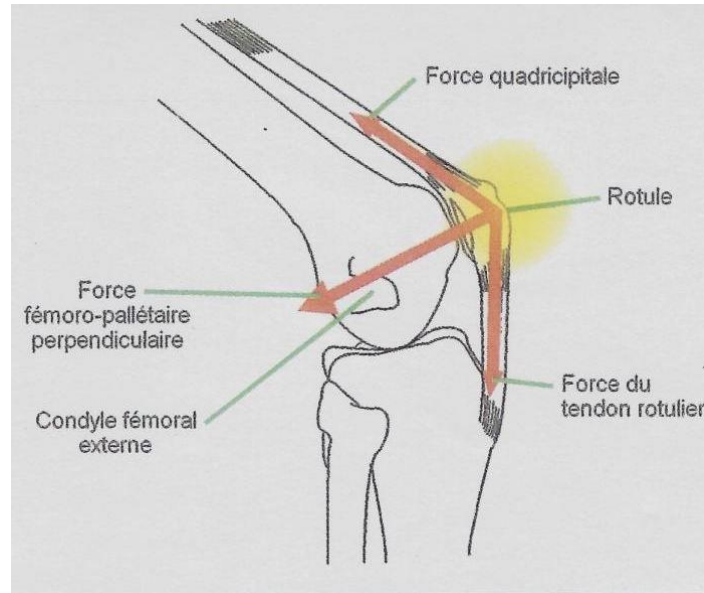


Figure 2: Forces mises en jeu sur les cartilages fémoro-patellaires [19]

Lors de la flexion de genou, la patella subit de nombreuses contraintes (figure 2). En effet, celle-ci a tendance à se déplacer latéralement dans le plan frontal à cause de la conformation de l'appareil extenseur : l'axe du quadriceps (oblique en haut et en dehors) et l'axe du tendon patellaire (oblique en bas et en dehors). Elle est néanmoins maintenue en place par plusieurs mécanismes qui s'opposent à cette force subluxante latérale : la rotation médiale automatique du tibia sous le fémur, la proéminence plus importante du condyle latéral, le muscle vaste médial et la tension du rétinaculum médial de la patella. [11]

Fonctionnellement, le genou travaille en charge et donc en compression. Par exemple, en s'accroupissant un homme de 60 kg supportera des contraintes rétro-patellaires de l'ordre de 240 kg à 130° de flexion et 420 kg à 145° de flexion. [20] L'articulation fémoro-patellaire est donc soumise de façon répétée à des pressions importantes, ce qui prédispose à de nombreuses affections biomécaniques, dont notamment le SDFP. [11]

3. La notion d'angle Q

Sur un genou en extension de face, l'intersection entre la droite passant par le centre de la patella et l'épine iliaque antéro-supérieure et la droite passant par le centre de la patella et la tubérosité tibiale antérieure (TTA) forme un angle appelé **angle Q** (figure 3). Cet angle s'explique par l'anatomie de l'appareil extenseur du genou et est de $13,5^\circ \pm 4,5^\circ$ chez les sujets sains âgés de 18 à 35 ans. L'angle Q pour les femmes est supérieure de $4,6^\circ$ à celui des hommes en raison de la présence d'un bassin plus large et d'une antéversion fémorale accrue [21] (nous détaillerons cette notion dans la partie 3.2.).

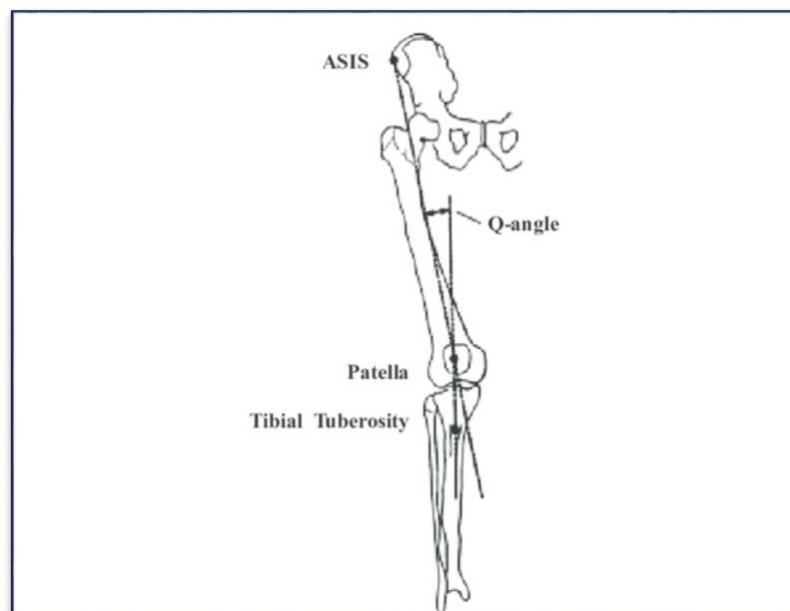


Figure 3 : Angle Q [22]

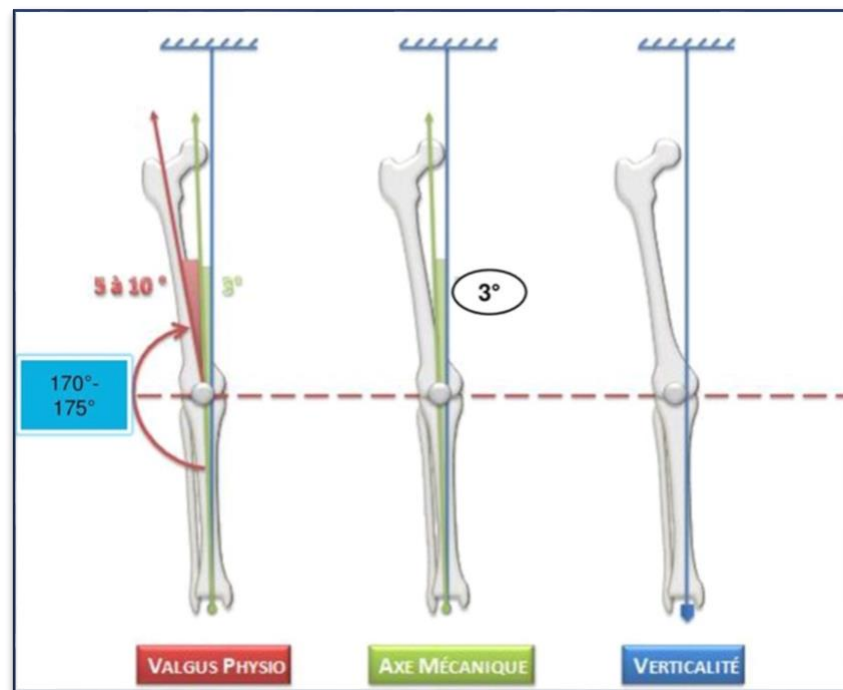
Une augmentation ou une diminution de cet angle a des répercussions sur la biomécanique de l'appareil extenseur du genou et peut entraîner des pathologies de l'articulation fémoro-patellaire et notamment en décentrage patellaire. En effet, un angle Q augmenté représente un vecteur latéral plus important augmentant la force latérale exercée sur la patella, pouvant prédisposer à une instabilité fémoro-patellaire et/ou une augmentation des contraintes fémoro-patellaires.[23] Certains auteurs signalent qu'une augmentation de 10° de cet angle peut augmenter la contrainte fémoro-patellaire de 45%.[24]

De ce fait, certains auteurs ont pu mettre en lien le SDFP avec quelques mesures **statiques** comme une augmentation de l'angle Q. Pourtant, d'autres rapports n'indiquent pas de forte corrélation entre les mesures statiques de l'angle Q et le début d'un développement de SDFP mais l'existence de certaines variables biomécaniques **dynamiques** seraient significativement associées à ce syndrome. [9][25]

4. Le valgus de genou : statique et dynamique

Le valgus physiologique

L'axe anatomique du fémur, défini comme l'axe diaphysaire, détermine avec la verticale un angle de 6 à 8°. Il n'est pas strictement situé dans le prolongement de l'axe jambier ; il forme avec ce dernier un angle fémoro-tibial ouvert en dehors de 170°-175° à l'origine du **valgus physiologique** du genou (figure 4). [26]



Nous avons vu précédemment que plusieurs études démontrent que le valgus physiologique, ou **valgus statique**, n'a pas d'incidence sur le syndrome douloureux fémoro-patellaire. En est-il de même pour le valgus dynamique ? [28][29][30]

Le valgus dynamique

Le **valgus dynamique**, que nous pouvons observer à la marche, pendant la course ou pendant un squat unipodal, peut être caractérisé comme étant le correspondant dynamique de l'angle Q et contribuant au développement du SDFP. [6]

Ce valgus dynamique correspond à une augmentation momentanée du valgus physiologique qui se présente lors d'activités telles que les changements de directions ou encore les réceptions de saut. Il est possible de trouver chez une personne, un valgus statique non pathologique mais un valgus dynamique important lors d'un mouvement. Ceci s'explique notamment par le manque de contrôle moteur ou de force. [31]

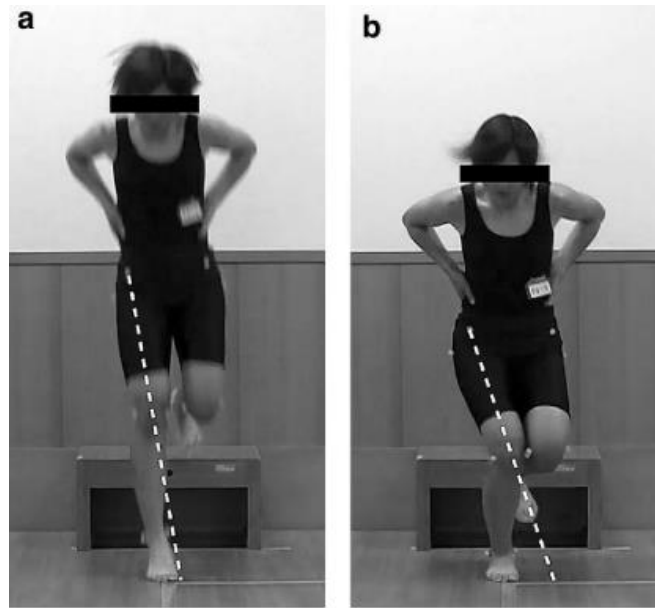


Figure 5 : Image dans le plan frontal. (a : au contact de l'hallux au sol. b : au moment où le valgus de genou est au maximum) [32]

D'après une étude de *Holden et al.*, sur des athlètes féminines, le déplacement bidimensionnel du valgus de genou lors de l'atterrissage d'un saut vertical est significativement augmenté chez les patientes ayant développé un SDFP (Se : 0,75 et Sp : 0,85). Cette étude montre que le déplacement en valgus du genou lors de l'atterrissage pourrait être un facteur prédictif de SDFP chez les athlètes adolescentes. [32]

De plus, face à cette notion de valgus dynamique, les travaux de *Frédéric Brigaud* sur l'empilement dynamique sont intéressants à prendre en considération. Ces travaux nous renseignent sur l'évolution de la posture en dynamique (évolution de l'organisation du corps dans le mouvement) suivant l'observation d'un axe passant par la hanche, le genou et le pied. Si pendant un mouvement, l'alignement n'est pas respecté, Brigaud parle d'un déficit d'empilement articulaire en dynamique qui va impacter l'ensemble des articulations du membre inférieur. Il définit alors les déficits posturaux dynamiques. [33]

Schéma dynamique pourvoyeur du SDFP

Ainsi, nous pouvons décrire certains facteurs liés au contrôle musculaire qui contribueraient à l'augmentation d'un valgus dynamique de genou et donc qui participeraient au développement du SDFP :

- Au niveau de la jambe et du pied : certains auteurs mettent en évidence une **rotation médiale** de tibia plus prononcée et une augmentation de la **pronation** du pied. [13]
- Au niveau de la hanche : *Brad Neal et al.* mettent en évidence en 2015, un lien entre le SDFP et l'augmentation du **pic d'adduction** et du **pic de rotation médiale** de hanche augmentant par conséquent l'inclinaison de l'axe fémoral.
D'autres auteurs montrent qu'une **diminution de la force des abducteurs et des rotateurs latéraux de hanche**, ainsi que des **extenseurs de genou** était pré-disposante au SDFP empêchant le maintien de l'axe fémoral lors d'un mouvement dynamique (comme le squat unilatéral par exemple). [25][34][35]

- Au niveau du bassin et du tronc : *Bramah et al.*, ont décrit l'influence de certains facteurs sur les blessures du genou chez les coureurs dont le SDFP. Ainsi, ils décrivent la présence d'une **chute du bassin controlatérale** ainsi qu'une **inclinaison homolatérale du tronc** dans le plan frontal chez le patient blessé (figure 6.A) comparativement au patient sain (figure 6.B). Dans le plan sagittal, il existe une **inclinaison du tronc vers l'avant** plus prononcée (figure 7.A versus 7.B). [36][37]

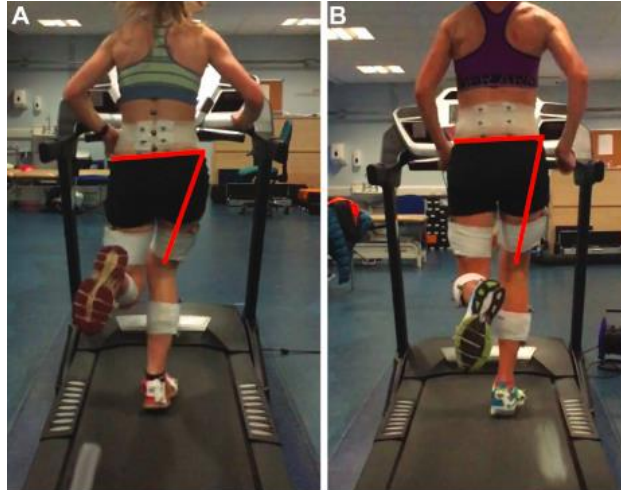


Figure 6: Représentation dans le plan frontal de la chute du bassin controlatérale et de l'adduction de hanche.

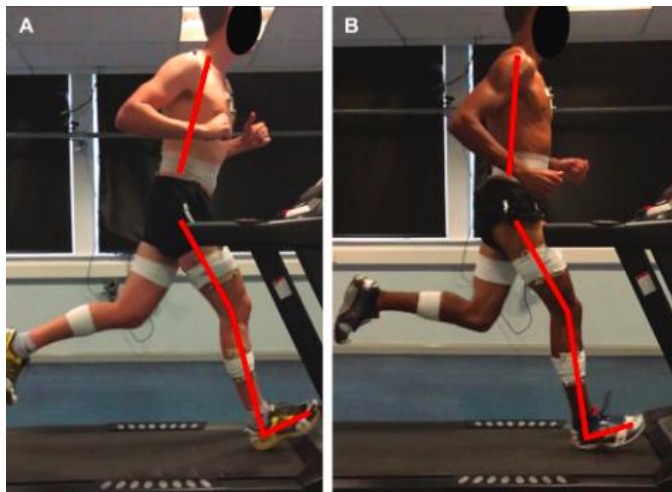


Figure 7: Représentation dans le plan sagittal de l'inclinaison du tronc vers l'avant.

Fryer C et al., expliquent le lien mécanique entre l'inclinaison du tronc et la lésion du ligament croisé antérieur chez des athlètes par l'augmentation du valgus dynamique de genou. En effet, une augmentation de la rigidité et une inclinaison latérale du tronc induirait un moment d'abduction de hanche du côté de l'inclinaison qui tente d'être équilibrer par un moment d'adduction et entraîne une augmentation du valgus dynamique de genou et de rotation interne de ce dernier. [38]

Ainsi, ces facteurs entraînent un schéma d'effondrement du membre inférieur, ce qui modifie la répartition des contraintes et serait responsable de l'apparition du SDFP (Figure 8).

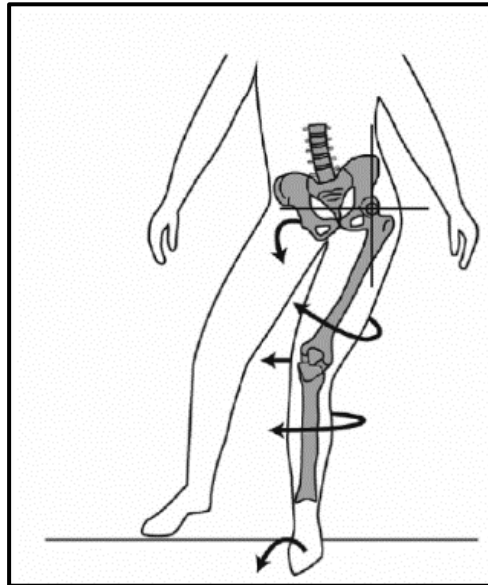


Figure 8: Schéma dynamique pourvoyeur de SDFP

Une bonne mécanique du membre inférieur implique des mouvements synchrones de l'ensemble des composants de la chaîne cinétique. Cette chaîne cinétique est constituée du pelvis, de la hanche, du genou et du pied. Nous devons y ajouter le tronc et les membres supérieurs qui vont également avoir une influence. La modification d'un des paramètres de la chaîne aura un retentissement sur les autres étages de la même chaîne.

4. Femmes et blessures

1. La femme et le sport de nos jours

De plus en plus de femmes, et ce dès le plus jeune âge, se mettent à la pratique sportive. En effet, d'après le ministère des sports, entre 2004 et 2018, le taux de licences féminines a progressé de 34 % à 38,6% soit 486 100 licences supplémentaires délivrées. Entre 2012 et 2017, on compte une augmentation de 3% concernant les sportives de haut niveau (catégorie Élite). [39]

Ainsi, une plus grande participation a accru la sensibilisation aux problèmes de santé et médicaux spécifiques à l'athlète féminine. Certains rapports ont noté une plus grande susceptibilité aux blessures du genou. [40]

2. Différences hommes/femmes

Les différentes théories :

Plusieurs théories peuvent expliquer l'augmentation de blessures du genou chez les athlètes féminines plus que chez leur homologue masculin : une différence anatomique, neuromusculaire et hormonale. [41]

La 1^{ère} théorie est **anatomique** : En effet, le bassin de la femme est plus large et plus petit. La cupule acétabulaire est orientée moins latéralement que chez l'homme et les femmes présentent une antéversion du col fémoral plus grande par rapport aux hommes. [42]

Il est intéressant de noter que l'axe mécanique des membres inférieurs est d'autant plus important que le bassin est large ; cela peut contribuer à expliquer pourquoi les femmes ont un valgus physiologique de genou plus marqué.

D'après l'article de *Reed Ferber*, les coureuses seraient plus susceptibles de subir certaines blessures aux membres inférieurs que les coureurs. Cela peut être attribué, en partie, à des différences structurelles qui peuvent conduire à des différences mécaniques lors de la course. Les femmes ont démontré une adduction de hanche, une rotation interne de hanche et un angle d'abduction du genou (valgus) significativement plus élevés que les hommes.[43] [44] [45] De plus, il est à noter que ces facteurs font partis des facteurs décrits précédemment comme pourvoyeurs du SDFP.

La 2^{ème} théorie concerne des **différences neuromusculaires** entre les hommes et les femmes. *Whiteside* [46] a trouvé un taux global de blessures similaires entre des athlètes masculins et féminins du lycée, cependant le nombre de blessures concernant les articulations du genou (fémoro-tibiale et fémoro-patellaires) est 1 à 10 fois supérieur chez les femmes par rapport aux hommes selon le sport pratiqué. L'entraînement neuromusculaire permettrait de réduire les différences neuromusculaires entre hommes et femmes [47] et pourrait diminuer significativement le taux de blessures du genou chez les athlètes féminines. [48]

La 3^{ème} théorie concerne les **effets des hormones féminines** (œstrogènes, progestérone et relaxine) sur le système neuromusculaire et musculo-squelettique féminin. Le taux d'œstrogène varie radicalement durant le cycle menstruel et cette hormone a un effet sur la force musculaire, sur les tendons et les ligaments. Cette hormone a également un effet sur le système nerveux central. Au cours des différentes phases du cycle menstruel, des différences de performances sont retrouvées, particulièrement durant la phase prémenstruelle où une diminution des capacités motrices a été reportée. [49]

Les différences en termes de blessures :

Les travaux de *Kim D Barber Foss* et ses collaborateurs concernant la douleur antérieure de genou chez les jeunes joueurs de basketball aux États-Unis, ont montré qu'il y avait une différence significative entre les athlètes féminines et les athlètes masculins du même âge. En effet, parmi les douleurs antérieures de genou, 26,6 % des femmes étaient atteintes contre 18,0 % chez les hommes. Parmi les différents diagnostics possibles (syndrome fémoro-patellaire, Sinding-larsen-Johanssen, Osgood-schlatter, syndromes des plicas) le plus commun concernait le SDFP. De plus, 7,3 % des femmes souffraient de douleur antérieure de genou contre 1,2 % chez les hommes. [12]

D'après *Boling et al.*, sur une cohorte de 1525 patients, la prévalence du syndrome fémoro-patellaire est de 15,3 % chez la femme contre 12,3 % chez l'homme. Quant à l'incidence de cette même pathologie, elle est 2,3 fois supérieure chez la femme que chez l'homme. [50]

5. Contrôle moteur du tronc

Notre revue s'intéresse à l'influence des facteurs proximaux, plus précisément la région du bassin et du tronc, qui entraînent une modification du schéma moteur pourvoyeur du SDFP précédemment défini. En effet, un déficit de contrôle moteur dans cette région peut impacter la cinématique des membres inférieurs et avoir un rôle dans l'apparition ou la persistance de ce syndrome.

1. Notion de « core »

Le « core » ou noyau peut être défini comme la région du corps délimitée par le bassin et le diaphragme, qui comprend les muscles de l'abdomen et du bas du dos. Le tronc, une combinaison du noyau et du thorax, est défini comme la région du corps délimitée par le bassin et les clavicules. La stabilité du noyau correspond à « la capacité du corps à maintenir ou à reprendre un équilibre de la position du tronc après une perturbation », une définition utilisée pour la première fois par Zazulak et al. en 2007. [51]

Cependant, une autre définition du core émerge peu à peu de la littérature scientifique. En effet, le « core » ou noyau en français renvoie également à la notion de muscles profonds. On peut également parler d'un caisson où la notion de pressions et d'équilibre est très importante.

Ainsi, le concept de « core stability » a vu le jour au cours des années 1990 émanant d'une recherche australienne sur le contrôle postural chez une population de lombalgiques chroniques. En 1998, ils ont prouvé l'activation préalable du transverse avant un mouvement du membre inférieur avec une population saine (phénomène de feed-forward). Selon les articles de W. McNeil et J. Key en 2010 et 2013, le core stability permettrait d'intégrer lors du mouvement le recrutement de certains muscles, dans un but de stabilité du tronc et des ceintures, en se basant sur l'activation synergique des muscles du caisson abdominal. [52]

Le terme « core stability » est à différencier du terme « gainage » qui correspond à l'action de gainer, c'est-à-dire de munir quelque chose d'une gaine, d'un étui rigide pour le protéger. Tandis que la stabilité qui est le caractère de ce qui tend à rester dans le même état. Ainsi, le gainage implique l'absence de mouvement à la différence de la stabilité qui implique un mouvement contrôlé, maîtrisé. D'où les notions importantes de stabilité et de mobilité.

La stabilisation dynamique fait référence à la capacité d'utiliser le contrôle moteur de manière fonctionnelle à travers tous les plans de mouvement et d'action malgré les changements de centre de gravité.

Panjabi définit la stabilité du noyau central comme l'intégration de la composante passive de la colonne rachidienne, de la composante active des muscles rachidiens et du contrôle nerveux qui par leurs actions combinées permettent d'assurer la mobilité du tronc tout en maintenant la mobilité intervertébrale dans les amplitudes de sécurité, ce qui n'est possible qu'avec la présence d'un contrôle moteur efficace. Ces trois systèmes sont des composants interdépendants de la stabilisation lombo-pelvienne. [53]

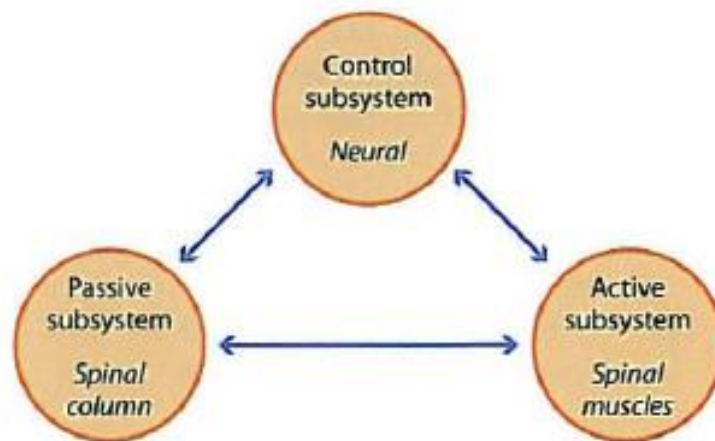


Figure 9 : La stabilité spinale selon Panjabi [54]

Le caisson abdominal est composé de différents éléments constituant ses différentes parois :

- Une paroi postérieure : la poutre composite formée des vertèbres lombaires, des paravertébraux et du psoas.
- Une paroi antérieure et latérale : le muscle transverse qui a un rôle de « corset abdominal »
- Une paroi supérieure : le diaphragme
- Une paroi inférieure : le plancher pelvien

La paroi postérieure : Les multifides et rotateurs ; para vertébraux et muscle psoas

Les multifides appartiennent à la catégorie des muscles transversaires épineux qui permettent d'espacer les étages vertébraux les uns des autres. Il y a également les rotateurs qui, lors d'une contraction bilatérale, permettent une stabilisation de la colonne vertébrale. Ainsi, à eux deux, ils participent à l'érection du rachis.

Les muscles para vertébraux se trouvent dans la gouttière des para vertébraux et forment le plan profond. Ils s'insèrent sur les processus épineux et au niveau de l'angle postérieur des côtes. C'est un ensemble constitué par trois faisceaux musculaires, de dehors en dedans, on trouve : l'iliocostal, le longissimus et l'épineux. Ces muscles sont érecteurs du rachis. L'érection du rachis équivaut à un auto-grandissement qui entraîne une diminution des courbures et une diminution des pressions intra-discales.

Le psoas est le muscle le plus profond de l'abdomen qui s'insère sur les disques intervertébraux et faces latérales des corps vertébraux de T12 à L5. Il se termine par un tendon commun avec le muscle iliaque sur la face supérieure du petit trochanter. Le psoas a un rôle statique très important. En effet, selon *Dolto*, il agit en poutre composite et assure un verrouillage vigilant de la colonne lombaire avec les muscles spinaux.

De plus, les muscles fessiers complètent le plan postérieur.

La paroi latérale : le transverse de l'abdomen

Le transverse de l'abdomen est un muscle horizontal qui « engaine » tout l'abdomen. Il a une particularité dans son trajet, au niveau du passage du droit de l'abdomen : au niveau des 2/3 supérieur, la lame tendineuse du transverse passe en arrière de la gaine des grands droits, mais au niveau du 1/3 inférieur, cette lame tendineuse passe en avant de la gaine et forme une « poche de kangourou ». Cela suggère donc l'importance d'un équilibre entre grands droits et transverse pour permettre une bonne transmission des pressions intra-abdominales.

D'autres auteurs, comme *Kellie C. et al.*, ajoutent d'autres groupes musculaires qui viennent compléter la notion de noyau. Les abdominaux (grands droits de l'abdomen et obliques) viennent soutenir la paroi antérieure en superficie.

La paroi supérieure : le diaphragme

Le diaphragme constitue le toit du caisson abdominal et permet de réguler la pression intra-abdominale en fonction de l'inspiration et de l'expiration selon *Kapandji*. Lors de l'expiration, le diaphragme remonte librement et attire vers le haut tout ce qui se trouve à l'intérieur de l'abdomen (viscères). Ainsi, à l'expiration, le diaphragme évite les hyperpressions intra-abdominales. [55]

La paroi inférieure : le plancher pelvien

Le plancher pelvien permet de soutenir les viscères. Il est composé du muscle élévateur de l'anus, du muscle coccygien, transverse du périnée, ischio-caverneux, bulbo-spongieux, les sphincters striés de l'anus et de l'urètre, les muscles lisses du diaphragme uro-génital et ses différentes annexes. Il peut subir des pressions intra-abdominales. En effet, lorsque le diaphragme s'abaisse lors de l'inspiration, les viscères se plaquent sur le plancher pelvien. Ce dernier va ainsi s'étirer, se « bomber ». Cet étirement constant peut entraîner un relâchement du tonus du périnée et donc évacuer les pressions vers le bas (incontinence, constipation...). La position d'auto-grandissement permet d'activer automatiquement le périnée. Cela suggère l'importance de la posture du patient lors d'exercices physiques. [55]

De même, cette paroi peut être associée aux muscles de la ceinture pelvienne (comme les pelvi-trochantériens) et aux adducteurs de hanches.[56]

Tous les muscles qui composent ces parois ont des attaches directes ou indirectes sur le large fascia thoraco-lombaire et la colonne lombaire, qui connectent le tronc aux membres inférieurs. [54]

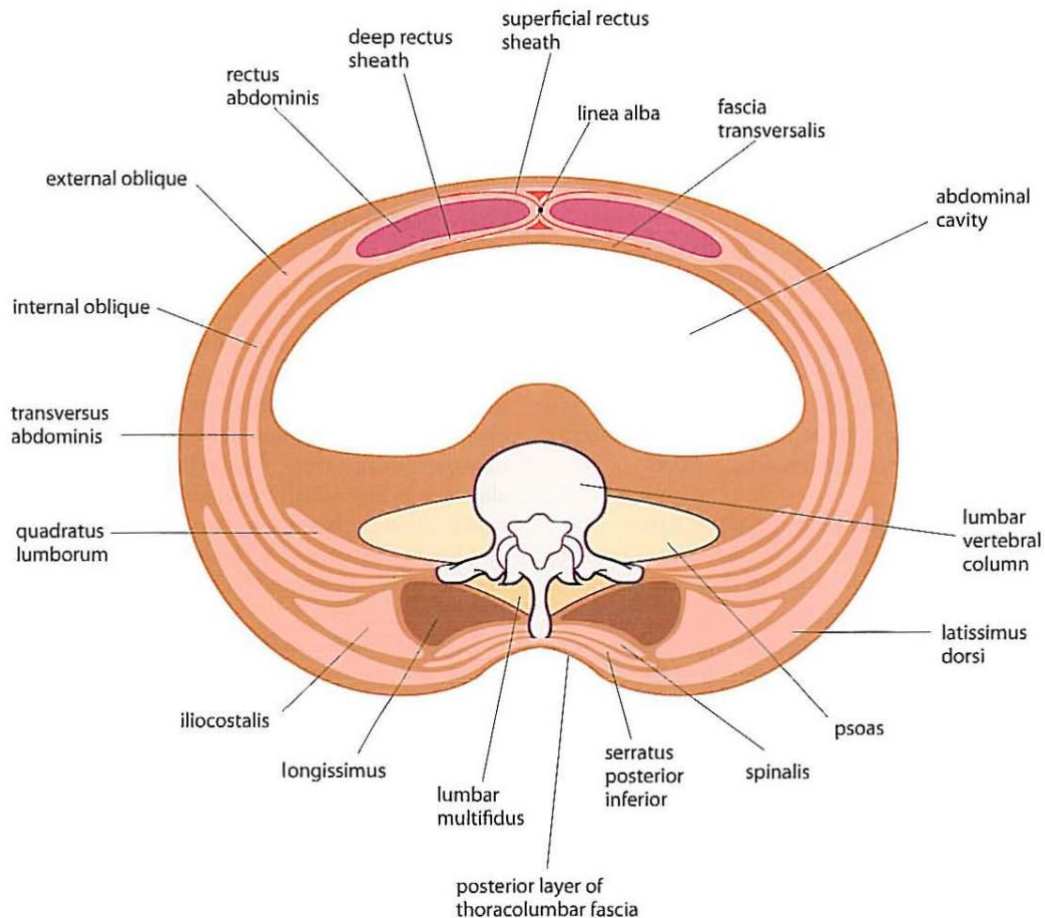


Figure 10 : Coupe transversale de l'anatomie musculaire au niveau d'une vertèbre lombaire[57]

Selon certaines études, le core stability aurait un rôle à jouer dans le cadre de la prévention des lésions périphériques du membre inférieur, ce qui n'est pas étonnant, le tronc et les membres inférieurs étant en lien aussi bien de manière biomécanique que neurosensorielle. [37]

2. Rôle du contrôle moteur du tronc sur les pathologies du genou

La stabilité dynamique peut être définie comme la capacité à maintenir une position après des perturbations. Cette stabilité dynamique du genou d'un athlète dépend d'une entrée sensorielle précise et de réponses motrices appropriées pour répondre aux demandes de changements de positions rapides du tronc pendant des mouvements de coupe, d'arrêt et d'atterrissage. Un contrôle neuromusculaire inadéquat du tronc ou du core peut compromettre la stabilité dynamique du membre inférieur en position de valgus, entraîner une augmentation du couple d'abduction du genou ce qui peut augmenter la tension dans le genou et donc augmenter le risque de blessures. [58]

Hodges et Richardson ont démontré que l'activité des muscles du tronc se produit souvent avant l'activité des muscles du membre inférieur. Ils ont conclu que le système nerveux central crée une base stable pour le mouvement de l'extrémité inférieure par co-contraction du transverse de l'abdomen et des multifides. [59]

Le concept d'entraînement neuromusculaire est l'un des moyens de traitement à disposition du kinésithérapeute pour rétablir la continuité des voies afférentes et efférentes. Ces dernières sont essentielles pour stabiliser activement une articulation car elles permettent la mise en place de stratégies proactives (feed-forward) ainsi que des feedbacks. Une altération des voies de la proprioception entraîne une diminution de la stabilisation active. L'entraînement neuromusculaire ou sensorimoteur a pour but d'aider le système nerveux central dans l'interprétation du processus inconscient et l'intégration des sensations périphériques pour une réponse motrice appropriée. [60]

L'entraînement neuromusculaire consiste donc à améliorer le contrôle moteur en travaillant les réactions d'équilibre lors d'exercices en situation de déstabilisation. Il passe également par l'éducation du patient et la prise de conscience des différents déficits présents et de leur correction.

6. Intérêt de la revue

De nos jours, la pratique basée sur les preuves ou EBP (Evidence Based Practice) est de plus en plus recommandée. L'EBP est définie comme étant la démarche qui utilise les meilleures données actuelles de la recherche clinique, l'expertise du clinicien et les choix individuels des patients afin d'améliorer leur qualité et leur espérance de vie. [61]

Les kinésithérapeutes doivent utiliser, dans leur pratique clinique préférentiellement, les techniques qui sont prouvées comme efficaces par des essais cliniques avec des niveaux de preuves élevés.

Cette revue de littérature est une revue systématique qui consiste en une synthèse de la littérature scientifique en réponse à une question précise. La collaboration Cochrane définit une revue systématique comme « le fruit d'une démarche scientifique rigoureuse constituée de plusieurs étapes bien définies, incluant une recherche de littérature systématique, une évaluation de la qualité de chaque étude considérée et une synthèse, quantifiée ou narrative, des résultats obtenus ». [62]

L'objectif de notre revue est donc de synthétiser l'état actuel de la recherche en lien avec une problématique, définie ci-après, afin de montrer en quoi un traitement est intéressant/innovant. Elle possède un niveau de preuve 1 qui est le plus élevé, correspondant à un grade A : preuve scientifique établie. La revue de littérature permet d'accéder rapidement à une synthèse au sujet d'une thématique particulière, afin de pouvoir appliquer les résultats dans la pratique clinique. [63]

Le SDFP est une pathologie fréquente et handicapante pour les personnes atteintes. Ainsi, cette revue a un intérêt en ce qui concerne les patients car c'est un syndrome dont la prévalence est importante et elle concerne 25 à 43% des pathologies du genou. De plus, ces douleurs deviennent chroniques dans 70 à 90% des cas avec un taux de récurrences élevé. [7] Les données actuelles de la science nous permettent d'avoir un programme de traitement du SDFP qui a un effet sur le court terme, cependant aucun consensus n'a été fait concernant un traitement de ce syndrome sur le long terme. Ainsi, cette revue de littérature a pour but de définir si un traitement efficace sur le long terme ou sur la prévention des rechutes peut être proposé aux patients atteints de SDFP.

7. Hypothèse théorique/problématisation

Comme évoqué précédemment, l'étiologie du SDFP est complexe et multifactorielle. Le schéma moteur global d'une personne semble influencer l'apparition de la pathologie. Il est donc indispensable de replacer l'individu dans une globalité du core jusqu'au pied.

Étant donné nos connaissances concernant le lien qui existe entre l'activité des muscles du noyau et la cinématique du membre inférieur, nous supposons qu'une amélioration des capacités de contrôle moteur du core permettrait une diminution des symptômes et pourrait éviter les récurrences de cette pathologie.

2. Méthodologie

Cette partie traite de la méthode d'une revue de littérature, c'est-à-dire les différentes étapes nécessaires à la rédaction d'une revue de littérature allant de la sélection des études jusqu'à la méthode de synthèse des résultats.

1. Critères d'éligibilité des études pour cette revue

1. Schéma d'étude

Cette revue de littérature est une revue de type thérapeutique. L'objectif est de tester et de prouver ou non l'efficacité d'un traitement. Elle a également pour but d'étudier un nouveau traitement et de déterminer si celui-ci apporte un avantage par rapport aux traitements habituels utilisés. Nous allons chercher à prouver l'intérêt d'un contrôle moteur du noyau central, également appelé « core », dans la rééducation du syndrome douloureux fémoro-patellaire chez la femme active.

Afin de synthétiser le plus haut niveau de preuve possible, seuls les essais contrôlés randomisés (ECR) ont été inclus dans cette revue.

Essais contrôlés randomisés (randomized controlled trial) : Ces essais sont composés d'au minimum deux groupes, où les sujets sont aléatoirement répartis dans les groupes correspondants à chaque traitement testé. Ensuite, les deux populations sont étudiées pour qu'elles soient similaires. La randomisation limite les biais de sélection et donc permet une répartition homogène entre les groupes. Ceux-ci peuvent être en parallèle, c'est-à-dire que chaque participant est aléatoirement assigné à un groupe et tous les participants du groupe reçoivent l'intervention A ou B. Les groupes peuvent aussi être en cross-over : chaque participant reçoit alors successivement les interventions A et B dans un ordre aléatoire.

Ces études peuvent être ouvertes (c'est-à-dire sans aveugle, le patient sait dans quel groupe il se trouve), en simple aveugle (le patient ne connaît pas la nature du traitement administré), en double aveugle (ni les praticiens ni les patients ne connaissent la nature du traitement) ou en triple aveugle (ni les évaluateurs, ni les praticiens, ni les patients ne connaissent la nature du traitement administré). Plus le nombre de personnes en aveugle est important, plus le nombre de biais possible est faible. Ces biais peuvent être présents lors des phases de conception, de réalisation ou d'interprétation des résultats de l'essai clinique.

Dans le cas de cette revue, le traitement consistant en un programme de rééducation, il semble évident que le thérapeute ne puisse être en aveugle. Ainsi, les études incluses ne pouvaient être qu'en simple-aveugle ou double aveugle si l'évaluateur était en aveugle.

Lors du choix du type d'étude à inclure dans cette revue de littérature, nous nous sommes intéressés au niveau de preuve de chaque étude. Le niveau de preuve se caractérise par la capacité d'une étude à répondre à une question donnée, elle dépend de sa qualité méthodologique, de sa réalisation ainsi que des résultats. Le niveau de preuve est différent en fonction des types d'études. Les essais contrôlés randomisés de forte puissance ont un niveau de preuve 1 ce qui correspond à un grade de recommandation A (preuve scientifique établie).[64]

2. Population/pathologie

La population est composée de femmes de tous âges, pratiquant du sport de haut niveau ou de façon récréative, diagnostiquées avec un SDFP.

3. Intervention

Les interventions concernent un renforcement ou un contrôle neuromusculaire du tronc, des muscles du « core » soit les muscles profonds impliqués dans le maintien d'une bonne posture.

4. Comparateur

Selon les études incluses, le comparateur pouvait être un programme de rééducation « traditionnel » composé de renforcement des muscles du genou (principalement le quadriceps) et/ou de la hanche, et d'étirements du membre inférieur.

5. Objectifs/Outcomes (critères de jugement)

L'objectif de cette revue est d'étudier l'intérêt d'un renforcement et d'un contrôle neuromusculaire du « core », complémentaire ou non à un programme de renforcement des muscles de la cuisse (protocole traditionnel utilisé actuellement) chez les patientes atteintes de syndrome douloureux fémoro-patellaire. À l'issue de cette revue de littérature, il sera possible de porter des conclusions quant à l'intérêt de ce traitement et son applicabilité clinique pour la rééducation du SDFP.

Critère de jugement principal : la douleur

Le critère de jugement principal est la douleur, symptôme omniprésent dans cette pathologie. C'est un des critères clés du diagnostic de SDFP. Elle peut être évaluée de deux manières différentes :

- L'échelle visuelle analogique ou Visual Analogue Scale (EVA ou VAS). Cette échelle est représentée par une réglette de 10 cm avec un marqueur que le patient peut placer sur la gauche (aucune douleur) ou sur la droite (douleur extrême). L'examineur peut lire la distance en cm (0 à 10) ou en mm (0 à 100) et estimer une valeur pour coter la douleur du patient. Cette échelle démontre une fiabilité excellente ($ICC^2 = 0,99$) ainsi qu'une validité reconnue pour évaluer la douleur.
- L'échelle numérique (EN ou NRS). La NRS est une échelle de 11 points, allant de 0 (« absolument aucune douleur ») à 10 (« la pire douleur jamais ressentie »). Elle permet aux patientes d'exprimer l'intensité de la douleur qu'elles percevaient. Cette échelle démontre une excellente fiabilité intra-évaluateur ($ICC^2 = 0,97$) ainsi qu'une bonne validité pour évaluer la douleur. [65]

Critères de jugement secondaires : les limitations fonctionnelles et la douleur antérieure de genou et la cinématique du tronc, du bassin et des membres inférieurs

- L'échelle de douleur antérieure du genou ou *Kujala Anterior Knee Pain Scale* (AKPS) : la plus adaptée pour évaluer les symptômes subjectifs tels que les limitations fonctionnelles et la douleur antérieure de genou (Annexe 1) [66]. C'est un auto-questionnaire qui comporte 13 items avec un score total compris entre 0 (patient très symptomatique) et 100 points (patient asymptomatique). Elle a une fiabilité élevée (ICC=0,97) et une cohérence interne élevée (0,87). [66]
- La **cinématique du tronc, du bassin et des membres inférieurs**, en particulier dans le plan frontal, est importante à rendre en compte dans cette pathologie compte tenu du schéma pourvoyeur du SDFP vu précédemment. Cette évaluation peut être faite à l'aide d'un système de suivi électromagnétique (type miniBIRD) pendant la réalisation du test en squat unipodal (sigle-leg squat test). Ce protocole d'analyse de mouvement a une fiabilité excellente (ICC= 0.92 à 0.95) avec une erreur standard de mesure allant de 0.07° à 1.83°.

2. Méthodologie de recherche des études

1. Sources documentaires investiguées

En premier lieu, pour réaliser une revue de littérature, il faut répertorier et sélectionner tous les essais cliniques correspondant au sujet choisi. La recherche des articles à inclure dans cette revue a été effectuée entre juillet et décembre 2020.

Les articles sont issus des sites PEDro, PubMed, Cochrane Library et Google Scholar. De nombreux articles concernant le SDFP ont été lus et des études, qui pouvaient correspondre au sujet de cette revue, ont été récupérées dans leur bibliographie. La lecture d'articles concernant le contrôle neuromusculaire du tronc ou du « core », et concernant le core stability a été effectuée. Nous avons également consulté des mémoires disponibles à la bibliothèque de l'IFMK ainsi que des ouvrages concernant le sujet de cette revue.

2. Équation de recherche utilisée

Pour commencer, nous avons cherché tous les mots clés correspondant à notre sujet. Pour cela, nous avons lu de nombreux articles et revues de littératures, pour trouver tous les synonymes utilisés dans la littérature scientifique internationale. Nous avons également eu recours à un site permettant d'obtenir le synonyme MESH (Medical Subject Heading). Le MESH est un système de métadonnées médicales en langue anglaise concernant la nomenclature.

Tableau 4 : Les mots clés utilisés

Syndrome douloureux fémoro-patellaire	Renforcement du tronc/entraînement neuromusculaire	Femmes sportives
-Patellofemoral Syndrome -Pain Syndrome -Patellofemoral -Anterior Knee Pain Syndrome	-Core strengthening -Core stability -Core exercise -Trunk strengthening -Dynamic stabilization -Neuromuscular training -Trunk stabilization	-Women -Athletes

En fonction des différents moteurs de recherche, nous avons cherché un ou plusieurs mots clés afin d'obtenir un maximum de résultats. Le site permettant un accès aisé et le plus complet des articles disponibles dans la littérature est Pubmed. Dans celui-ci, nous avons formulé différentes équations de recherche, avec les mots clés en utilisant les opérateurs booléens : AND, OR et NOT.

Un exemple d'équation de recherche sur Pubmed :

((((((((((patellofemoral pain syndrome) OR (anterior knee pain)) OR (patellofemoral syndrome)) OR (anterior knee pain syndrome)) OR (patellofemoral pain)) AND (core stability)) OR (core strengthening)) OR (trunk stability)) OR (trunk strengthening)) OR (neuromuscular training)) AND (women)

3. Méthode d'extraction et d'analyse des données

1. Méthode de sélection des études

Pour sélectionner les études appropriées pour la rédaction de cette revue de littérature, nous avons effectué des recherches à l'aide des mots clés ci-dessus (cf tableau 4). Les articles qui se trouvaient en double suite à l'utilisation de plusieurs sources documentaires ont été éliminés.

Par la suite, nous avons effectué une sélection en 3 étapes :

- **Lecture des titres et type d'étude** : pour cette étape, seuls les essais contrôlés randomisés ont été sélectionnés. Tous les autres types d'études ont donc été exclus (revue de littérature, étude cas-témoin, étude de cohorte, étude transversale ou longitudinale...). De plus, la lecture du titre des articles a permis d'éliminer les articles qui ne correspondaient pas à cette revue. Ainsi, les études incluant des hommes ou des femmes sédentaires, des pathologies autres que le SDFP, des traitements qui ne concernaient pas les muscles du tronc ou du core, ont été exclus. Lors de cette étape, nous avons aussi exclu les études écrites ni en français ni en anglais, ainsi que celles où le texte intégral n'était pas disponible.

- **Lecture des résumés** : la lecture des résumés des articles a permis d'exclure ceux qui ne correspondaient pas à notre sujet.
- **Lecture du texte intégral** : cette partie correspond à l'évaluation de la qualité méthodologique des études sélectionnées.

2. Évaluation de la qualité méthodologique des études sélectionnées

Nous avons lu l'intégralité des articles et exclu les articles qui ne correspondaient pas aux critères d'inclusion. Pour finir, nous avons évalué la qualité méthodologique des essais cliniques randomisés à l'aide de l'échelle « PEDro » (Physiotherapy Evidence Database scale).

Après avoir déterminé le score PEDro de chaque essai, les ECR qui avaient une mauvaise qualité méthodologique avec un score Pedro inférieur à 4 ont été exclus et tous ceux où le score était supérieur ou égal à 4 ont été inclus. En effet, un score 4 à l'échelle PEDro permettait d'inclure des articles avec peu de biais méthodologiques sachant que le simple aveugle et le double aveugle étaient très difficiles à mettre en place pour ce genre d'études.

Échelle PEDro : L'objectif de cette échelle est « d'aider l'utilisateur de la base de données PEDro à rapidement identifier quels sont les essais cliniques réellement ou potentiellement randomisés indexés dans PEDro qui sont susceptibles d'avoir une bonne validité interne (critères 2 à 9), et peuvent avoir suffisamment d'informations statistiques pour rendre leurs résultats interprétables (critères 10 à 11) »[67]. Le critère 1 a été ajouté, il correspond à la validité externe, c'est-à-dire l'applicabilité du traitement. Celui-ci n'est pas comptabilisé sur le score PEDro qui a donc un score sur 10 points.

Il faut noter que cette échelle permet de déterminer la qualité méthodologique de l'étude et non de mesurer la validité des conclusions de l'étude ou leur applicabilité à une population. (Annexe 2)

Tableau 5 : Résumé des critères d'inclusion et d'exclusion

Critères d'inclusion	- Les essais cliniques randomisés - Les études avec des femmes sportives de tous âges - Atteintes de SDFP - Le traitement utilisé implique un renforcement neuromusculaire des muscles du tronc ou du core.
Critères d'exclusion	- Les études concernant les hommes - Les études concernant les femmes sédentaires - Les études qui n'utilisent pas les muscles du tronc ou du « core » dans leur traitement du SDFP - Les études écrites ni en français ni en anglais - Les études où le texte intégral n'était pas disponible - Les types d'étude différents des ECR. - Les ECR avec un score PEDro < 4

3. Extraction des données

Pour chaque essai clinique inclus, après une lecture critique de l'article, nous avons synthétiser les informations concernant chaque article sous forme d'un tableau suivant le modèle ci-dessous :

Méthode	Design Qualité méthodologique (score Pedro...)
Objectifs	Objectifs de l'étude
Participants	Nombre Critères d'inclusions Critères d'exclusions Moyenne d'âge
Intervention	Groupe expérimental Groupe témoin
Critères de jugement	Critères de jugement étudiés dans l'essai
Résultats	Résultats inclus dans l'étude

Afin d'effectuer la synthèse et l'analyse des résultats, d'autres données sont à rechercher et seront détaillées dans les parties « résultats » et « discussion » :

- La taille de l'effet de traitement qui peut se mesurer par les valeurs des moyennes pour chaque groupe ou des données individuelles.
- Les différences de moyennes, les écarts types et les intervalles de confiance.
- Le seuil de significativité statistique, c'est-à-dire la valeur « p ».
- La pertinence clinique.

4. Méthode de synthèse des résultats

Concernant la méthode de synthèse des résultats, c'est une méthode qualitative. Elle consiste à « *rassembler les études, les superposer puis les analyser à nouveau afin d'obtenir de nouvelles idées conceptuelles, de nouvelles explications théoriques ou une nouvelle interprétation d'un phénomène* »[68]. Elle est opposée à la méthode de synthèse quantitative ou méta-analyse qui consiste à réappliquer des analyses statistiques à la collecte des résultats des différentes études.

3. Résultats

1. Description des études

1. Résultats de la recherche

Afin de sélectionner les articles pertinents pour cette revue, nous avons utilisé le modèle du diagramme de flux de PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analyses) traduit en français.

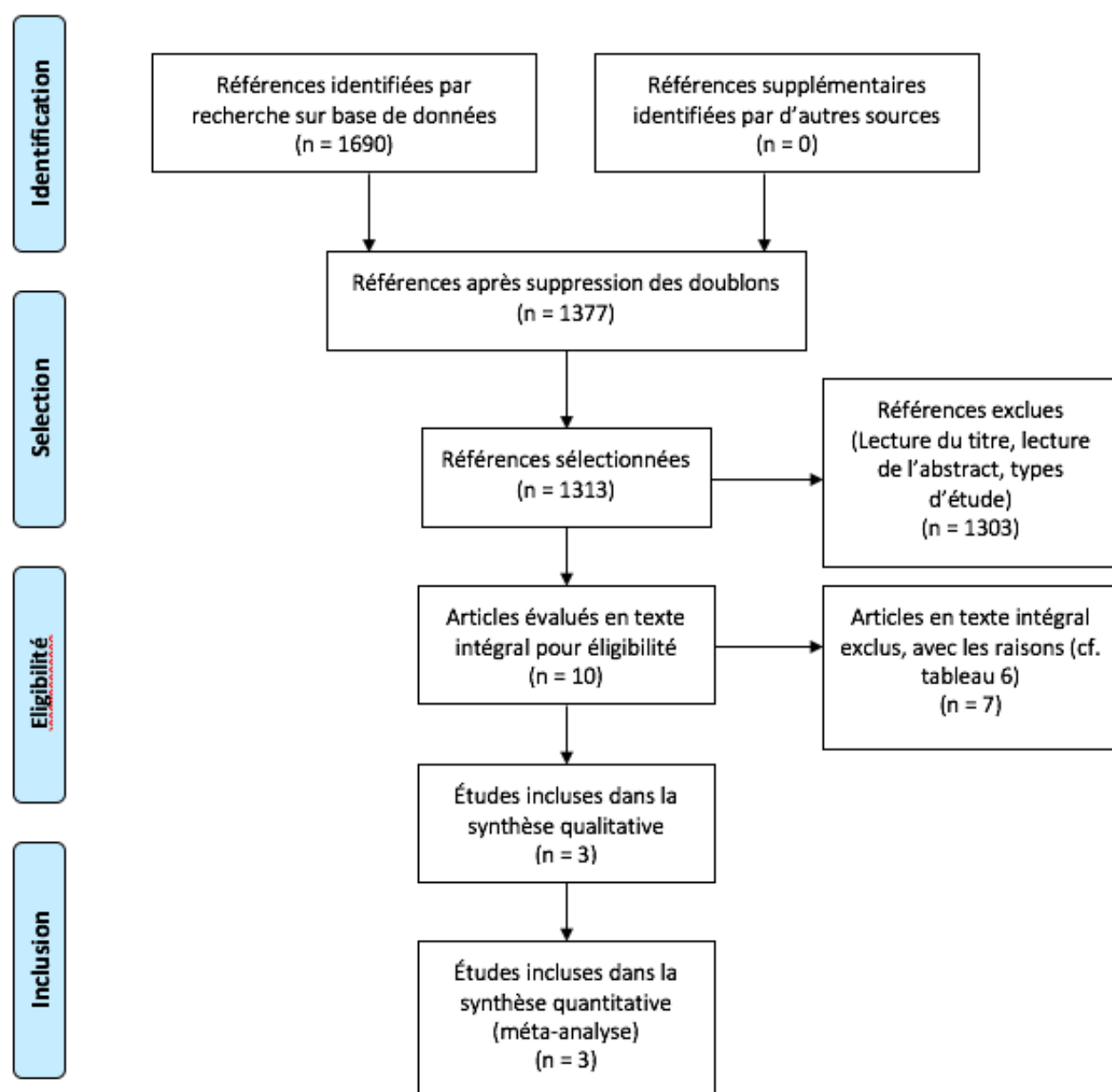


Figure 11: Diagramme de flux selon le modèle PRISMA 2009 [69]

2. Études exclues

Tableau 6 : raisons d'exclusion des études évaluées

Études	Raison de l'exclusion
Altered hip and trunk muscle function in individuals with patellofemoral pain (Cowan, SM ; Crossley, K.M. ; Bennell, K.L.) [70]	L'intervention concernait les muscles de la hanche uniquement et n'incluait pas les muscles du noyau.
Trunk postural control during unstable sitting differs between patients with patellofemoral pain syndrome and healthy people (Motealleh A.; Kordi Yoosefinejad ; Ghoddosi ; Azhdari ; Pirouzi) [71]	Pas un RCT mais l'étude est intéressante par rapport au travail du contrôle postural du tronc assis.
Strengthening of the Hip and Core Versus Knee Muscles for the Treatment of Patellofemoral Pain: A Multicenter Randomized Controlled Trial (Reed Ferber; Lori Bolgla ; Jennifer E. Earl-Boehm ; Carolyn Emery ; Karrie Hamstra-Wright) [72]	Le traitement concerne plus la hanche que les muscles du core.
The effect of postural stabilization exercises on pain and function in females with patellofemoral pain syndrome (Gül Deniz, Gül Baltaci, Volga Bayrakci Tunay, Ahmet Özgür Atay) [73]	Les auteurs ne précisent pas si les participantes pratiquent une activité sportive régulière ou si elles sont sédentaires.
Neuromuscular training and muscle strengthening in patients with patellofemoral pain syndrome: A protocol of randomized controlled trial (Rabelo N ; Lima B ; Reis A ; Yi L ; Bley A ; Fukuda T ; Costa L ; Lucareli P)[74]	La population ne correspondait pas à la population voulue : il concerne des femmes sédentaires et non actives.
Adding motor control training to muscle strengthening did not substantially improve the effects on clinical or kinematic outcomes in women with patellofemoral pain: A randomized controlled trial (Nayra Deise dos Anjos Rabelo ; Leonardo Pena DaCosta ; Bruna Maria de Lima ; Amir Curcio dos Reis ; André Serra Bley ; Thiago Yukio Fukuda; Paulo Roberto Garcia Lucareli)[75]	Les auteurs ne précisent pas si les participantes pratiquent une activité sportive régulière ou si elles sont sédentaires.
Effect of core neuromuscular training on pain, balance, and functional performance in women with PFPS (Motealleh A, Mohamadi M, Moghadam M et al) [76]	Les participantes sont des femmes qui ne pratiquent pas de sport régulièrement, et ne sont pas des athlètes.

3. Études incluses

Le détail des caractéristiques des études incluses sont disponibles en Annexe 3. Un tableau synthétisant les données importantes est présent ci-dessous.

Tableau 7 : synthèse des études incluses

	<i>Baldon et al, 2014</i>	<i>Foroughi et al, 2019</i>	<i>Chevidikunnan et al, 2016</i>
Participants	31 femmes 18-30 ans Moyenne d'âge : 22 ans	33 femmes 18-30 ans Moyenne d'âge : 23,58 +/- 2 ans	20 femmes 16-40 ans Moyenne d'âge : 23,3 +/- 1,5 ans
Intervention	Travail de stabilisation du tronc, des hanches + Renforcement du tronc et de la hanche + éducation du patient sur problèmes de contrôle de mouvements chez les femmes ayant un SDFP	Exercices de stabilité du Core en position assise	Renforcement des muscles du core
Comparaison	Comparé au programme standard seul (étirement des mollets, fléchisseurs plantaires, quadriceps, bandelette ilio-tibial et renforcement du quadriceps).	Comparé à un programme de renforcement et d'étirement.	Comparé à un programme de kinésithérapie conventionnel.
Critères de jugement	-Capacités physiques (LEFS/SLTH) - Douleur (EVA) -Amélioration subjective (GRC) - Cinématique du tronc, du bassin et des membres inférieurs -Endurance des muscles du tronc -Force excentrique des muscles de la hanche et du genou	-Trajectoires du CoP - Limitations fonctionnelles et douleur antérieure de genou (AKPS) - Douleur (EN) -Performance fonctionnelle (step-down test)	-Équilibre dynamique (SEBT) - Douleur (EVA)

1. Participants

Au total, 115 femmes ont été impliquées dans les ECR inclus. Toutes les participantes ont signé un consentement écrit. 2 essais comportaient plus de 30 patientes (*Baldon et al 2014*, *Foroughi et al 2018*). L'article de *Chevidikunnan* a inclus 20 participantes. Toutes les études, exceptée celle de *Chevidikunnan*, ont calculé le nombre de participants pour pouvoir conclure sur des résultats statistiquement interprétables. En effet, *Baldon et al* ont calculé la taille de leur échantillon en se basant sur l'échelle de la douleur (VAS) pour une différence significative de 2 cm ($\alpha=0,05$ et puissance statistique de 84%). Ainsi, 30 patientes étaient nécessaires pour détecter une différence significative et 31 femmes ont été incluses. Pour l'essai de *Foroughi*, la taille de l'échantillon nécessaire pour chaque groupe était de 15 participants et a été calculée en se basant sur les vitesses moyennes des déplacements du centre de pression pendant la station assise instable (pour $\alpha= 0,05$ et $\beta= 0,2$). Pour compenser les éventuels perdus de vus, 20 patientes ont été incluses dans chaque groupe. En revanche, l'essai de *Chevidikunnan* ne décrit pas la façon dont la taille d'échantillon a été calculée, il faudra prendre en compte le faible nombre de participants pour pondérer les résultats obtenus.

Toutes les femmes avaient un SDFP avec une douleur cotée à 3/10 ou plus, sur l'échelle visuelle analogique.

Toutes les participantes étaient des femmes de plus de 16 ans, la moyenne d'âge variait entre 22 et 23,5 ans et la moyenne d'IMC variait entre 20,1 et 25,2 (soit de poids normal à léger surpoids).

Les participantes étaient actives : au moins 3 fois 30 minutes d'activité sportive par semaine dans l'étude de *Baldon et al* et au moins 30 minutes par jour tous les jours de la semaine dans les études de *Chevidikunnan et Foroughi*.

2. Intervention

Chaque ECR a comparé deux groupes : un groupe intervention et un groupe contrôle utilisant un programme de kinésithérapie « conventionnel ».

Le groupe contrôle a effectué des exercices de **renforcement** des extenseurs de genou, des abducteurs et rotateurs latéraux de hanche sans puis avec résistance sous forme de poids ou presse (*Baldon 2014 ; Foroughi 2018*), de renforcement du quadriceps en excentrique associé au renforcement des abducteurs et rotateurs latéraux de hanche (*Chevidikunnan 2016*) associé à des **étirements** du quadriceps, des ischios-jambiers, du triceps sural et de la bandelette iliotibiale des rétinaculum fémoro-patellaires latéraux (*Baldon 2014, Foroughi 2018, Chevidikunnan 2016*).

Concernant le groupe intervention, tous les sujets ont effectué le même programme conventionnel que le groupe contrôle additionné à un programme spécifique :

Pour *Baldon 2014*, le but des 2 premières semaines était **d'améliorer le contrôle moteur du tronc et des muscles de la hanche** ; durant les 3 semaines suivantes le but était de continuer d'améliorer ce contrôle moteur à l'aide d'activités de mise en charge et de **renforcer les muscles du tronc et de la hanche**. Les patientes ont été informées des conséquences d'un mauvais alignement du membre inférieur sur la pression exercée sur la patella et la douleur du genou et ont appris à corriger leur position.

Pour *Foroughi*, chaque participante a suivi un entraînement au **contrôle postural du core** assis. Trois niveaux d'instabilité différents en fonction du diamètre de la sphère (50, 30 ou 22 cm). Pour augmenter la difficulté, les patientes devaient bouger leurs bras dans différentes directions et sur les 3 dernières minutes elles devaient garder leur équilibre les yeux fermés. Pour *Chevidikunnan*, la séance commençait par un bref échauffement qui consiste à préparer le système neuromusculaire avec des exercices de **renforcement du core** de faible intensité et se terminait par des étirements dynamiques. La majeure partie de la séance est composée des « big 3 » (décrit par McGill) [77] : « curl-up, side bridge, bird-dog ». Pendant les semaines 1 et 2, les participantes répétaient le « big 3 » 20 fois, et 23 fois pour les 2 dernières semaines.

Le nombre de séances par semaine était de 3 pour tous les ECR. La durée totale du traitement était de 4 semaines, sauf concernant l'essai de *Baldon* où le traitement a duré 8 semaines.

Chaque séance durait entre 30 et 45 min (*Foroughi et Chevidikunnan*) et pour l'étude de *Baldon*, les séances duraient 75 à 90 minutes pour le groupe contrôle et 90 à 120 minutes pour le groupe traitement.

3. Critères de jugement

Notre revue s'intéresse à trois paramètres principaux, sur lesquels le contrôle moteur du core semble avoir le plus d'effet :

- La douleur
- Les limitations fonctionnelles et douleur antérieure de genou
- La cinématique du tronc, du bassin et des membres inférieurs

Les auteurs ont utilisé majoritairement les échelles « Visual Analogic Scale (VAS) » et « Numeric rating scale (NRS) » pour l'évaluation de la douleur.

Une autre échelle spécifique de la douleur antérieure de genou et des limitations fonctionnelles engendrées par cette dernière a été utilisée dans la revue de *Foroughi et al.*, il s'agit du questionnaire de Kujala donnant le score AKPS (anterior knee pain scale).

Enfin, *Baldon et ses collaborateurs* ont utilisé le « single-leg squat test » pour évaluer la cinématique du tronc, du bassin et des membres inférieurs.

2. Risques de biais des études incluses

1. Grille d'analyse utilisée

Pour évaluer la qualité méthodologique des essais cliniques contrôlés randomisés (ECR), nous avons utilisé l'échelle PEDro. L'échelle est détaillée dans la partie méthodologie et se trouve en Annexe 2.

2. Synthèse des biais retrouvés

Pour chaque ECR inclus dans la revue de littérature selon les critères d'inclusion et d'exclusion, la grille PEDro a été utilisée pour évaluer la qualité méthodologique. La synthèse des biais retrouvés grâce à l'échelle est présentée dans le tableau ci-dessous :

Tableau 8 : résultats de l'échelle PEDro pour les études incluses

Étude	Items											Score total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Baldon et al, 2014	✓	✓	✓		✓			✓	✓	✓	✓	7/10
Foroughi et al, 2019	✓	✓						✓		✓	✓	4/10
Chevidikunnan et al, 2016	✓	✓	✓	✓				✓		✓	✓	6/10

Le critère 1 n'est pas compris dans le score PEDro. Le signe ✓ signifie que la réponse est positive, les cases vides représentent des réponses négatives. Plus le score total est élevé, plus la qualité méthodologique de l'article est élevée.

Les réponses négatives correspondent aux items 3 à 9. Les biais retrouvés sont différents en fonction des items.

- Biais de sélection : item 2 : répartition aléatoire, item 3 : assignation secrète et item 4 : similarité des groupes au début de l'étude. Il existe un **biais de sélection** dans deux tiers des ECR (*Foroughi et al et Baldon et al 2014*).
- Biais d'évaluation : item 5, 6 et 7 : mise en aveugle, respectivement simple, double et triple aveugle. Dans ce type d'étude, le simple aveugle est difficile à mettre en place, dans la plupart des cas le patient sait s'il suit une rééducation plutôt conventionnelle ou pas. Concernant le double aveugle, le thérapeute réalise lui-même le protocole, il est donc impossible qu'il soit en aveugle. Le triple aveugle concerne les examinateurs, le fait qu'ils soient en aveugle aurait été préférable pour limiter les biais. Ainsi, l'échelle a reporté un **biais de performance** car 33% des sujets étaient en aveugle mais 0% des thérapeutes était en aveugle du fait de l'intervention. De plus, un **biais de détection** est reporté dans la majorité des cas avec 0% des évaluateurs en aveugle.
- Biais de suivi : Item 8, le biais de suivi a été respecté dans 100% des ECR.
- Biais d'attrition : item 9, il concerne l'analyse en intention de traiter, un **biais d'attrition** a été retrouvé dans un tiers des ECR.
- Interprétabilité des résultats : 100% des ECR décrivent une estimation de l'effet (item 11) et 100% des comparaisons statistiques entre groupes étaient rapportées pour au moins un résultat clé de nos éléments de jugement (item 10). Ainsi, ces deux critères permettent une bonne interprétabilité des résultats.

Les scores totaux varient entre 4/10 et 7/10 ce qui pourrait présumer que les études ont une faible qualité méthodologique, cependant comme expliqué précédemment le simple et double aveugle sont difficilement applicables dans ce type d'étude. De plus, les items 10 et 11 sont très importants car ils concernent les résultats des comparaisons entre les groupes et l'estimation de la variabilité des résultats. Or, ces items sont positifs pour toutes les études, nous pouvons donc considérer que ces études sont fiables.

3. Effet de l'intervention sur les critères de jugement de cette revue

1. Synthèse des résultats

Dans le tableau ci-dessous, ont été synthétisés les différents résultats de façon individuelle, par la suite une synthèse plus globale permettra d'associer ces résultats aux différents critères de jugements.

Tableau 9 : synthèse des résultats des ECR inclus

Auteurs, année	Critères de jugements		Résultats (différence intergroupe) et intervalle de confiance à 95% ¹	Significativité statistique « p » ²
Baldon et al, 2014	Douleur (VAS en cm)	Post-intervention 3 mois	-2.2 [-3.7 ; -0.7] -2.1 [-4.2 ; 0.0]	p = 0.06 p = 0.04
	Cinématique du tronc, du bassin et des membres inférieurs	-Flexion de tronc -Inclinaison homolatérale du tronc -Chute du bassin controlatérale -Adduction de hanche -Adduction de genou	-FST-ST: -2.5 [-6.1 ; 1.0] -FST-ST: -3.1 [-0.6 ; -5.6] -FST-ST: 3.7 [0.9 to 6.4] -FST-ST: -9.6 [-12.7 ; -6.4] -FST-ST: 3.3 [0.3 ; 6.2]	p>0.05 p=0.004 p=0.005 p<0.004 p<0.05
Foroughi et al, 2019	Douleur (NRS) (cm)	Post-traitement	Diminution de 5 points pour le groupe traité contre 3 points pour le groupe contrôle.	P < 0.001
	Score AKPS	Post-traitement 3 mois	-6.12 [-9.87 ; -2.37] -10.35 [-14.19 ; -6.51]	P=0.002 P<0.001
Chevidikunnan et al, 2016	Douleur (VAS)	Post-intervention	0.9 [-2.42 ; 4.62]	P=0.032

2. Synthèse des résultats en fonction des critères de jugement

Chaque critère de jugement sera étudié afin de regrouper les résultats des différents essais. De plus, la fiabilité et la validité de l'ensemble des échelles et tests qui ont permis d'évaluer ses critères, définies dans la partie méthode (cf 2.1.5), seront précisées. La fiabilité d'un test se traduit par le degré de confiance que l'on peut accorder au résultat de ce test.[78] La validité peut être définie comme le degré de précision avec lequel un appareil mesure ce qu'il est censé mesurer. [79]

La douleur :

La douleur est le premier symptôme qui caractérise un SDFP, douleur rétro ou péri-patellaire aggravée par une activité où l'articulation fémoro-patellaire subit une charge lors d'un appui genou fléchi. Ainsi, un traitement qui permettrait de réduire cette douleur aurait un intérêt dans la rééducation du SDFP.

¹ L'intervalle de confiance ou IC permet de chiffrer la zone d'incertitude lors d'une étude sur un échantillon de la population. Un intervalle de confiance à 95% d'une valeur X [valeur Y ; valeur Z] permet d'affirmer qu'il y a 95% de chances que la valeur X soit comprise entre la valeur Y et la valeur Z, lors de l'application de ce protocole à un échantillon plus grand. Plus l'intervalle de confiance est étroit, plus le résultat de l'échantillon sera proche de la réalité sur population totale ayant un SDFP.

² La valeur p représente la significativité statistique d'un résultat. P=0.05 signifie qu'il y a uniquement 5% de chances que les résultats soient dus uniquement au hasard et non à l'intervention. Dans le domaine de la recherche, il est considéré qu'une valeur de p égale à 0.05 est une limite acceptable d'erreur, nous considérons que les résultats sont significatifs si p est inférieur ou égal à 0.05. [93]

Baldon et ses collaborateurs ainsi que **Chevidikunnan et al** ont mesuré la douleur à l'aide de l'échelle visuelle analogique (VAS). **Baldon** voulait montrer l'effet d'un entraînement fonctionnel de stabilisation du core contre un entraînement « standard » sur la douleur de genou chez les femmes atteintes de SDFP. **Chevidikunnan** voulait montrer l'intérêt d'un renforcement des muscles du core sur la douleur chez cette même population. Dans un premier temps, la douleur a été mesurée en pré-test à l'aide de la VAS, qui est une échelle fiable et valide.

Les résultats (en cm) pour les mesures pré-intervention, post-intervention et 3mois post-intervention des groupes expérimental (exp) et contrôle (ct) sont les suivants :

Tableau 10 : étude de la douleur

Baldon, 2014		Score VAS pré-intervention	Score VAS post-intervention (p<0.05)	Effet de l'intervention (pré – post intervention)	Score VAS à 3 mois	Évolution de la douleur (pré - 3 mois post intervention)
	Groupe exp	6.6 +/-1.1	1.4 +/-1.4	-5.2 +/- 1.6	0.9 +/- 1.5	5.7 +/- 2.3
	Groupe ct	6.1 +/-1.8	3.1 +/-3.2	-3.0 +/- 2.4	2.5 +/-2.7	-3.6 +/- 3.3
	Différence intergroupe (p<0.001)			-2.2 [-3.7 ; -0.7]		-2.1 [-4.2 ; 0.0]

Chevidikunnan, 2016		Score VAS pré-intervention	Score VAS post-intervention (p<0.05)	Effet de l'intervention (pré – post intervention)
	Groupe exp	6.3 +/- 4.17	1.2 +/- 4.17	-5.1 [-8.1 ; -2.1]
	Groupe ct	6.5 +/- 3.26	2.3 +/- 3.26	-4.2 [-6.5 ; -1.8]
	Différence intergroupe			0.9 [-2.62 ; 4.42]

- **Baldon et al** : pour le groupe intervention, la douleur a diminué de 5.2 +/- 1.6 cm post-intervention et de 5.7 +/- 2.3 à 3 mois et pour le groupe contrôle, elle a diminué de 3.0 +/- 2.4 cm et de 3.6 +/- 3.3 à 3 mois. De plus, il existe également une différence intergroupe significative **(-2.2 [-3.7 ; -0.7] post-intervention et -2.1 [-4.2 ; 0.0] à 3 mois)** en faveur du groupe intervention. Le groupe intervention a un effet significatif dans la réduction des douleurs par rapport au groupe contrôle.
- **Chevidikunnan** : pour le groupe intervention, la douleur a diminuée de 5.1 cm après l'intervention contre 4.2 cm pour le groupe contrôle. Les deux groupes présentent une diminution significative de la douleur.

Foroughi et ses collaborateurs, ont mesuré la douleur à l'aide de l'échelle numérique (NRS). Ils voulaient montrer l'effet d'un entraînement au contrôle postural de core sur la douleur des femmes ayant un SDFP.

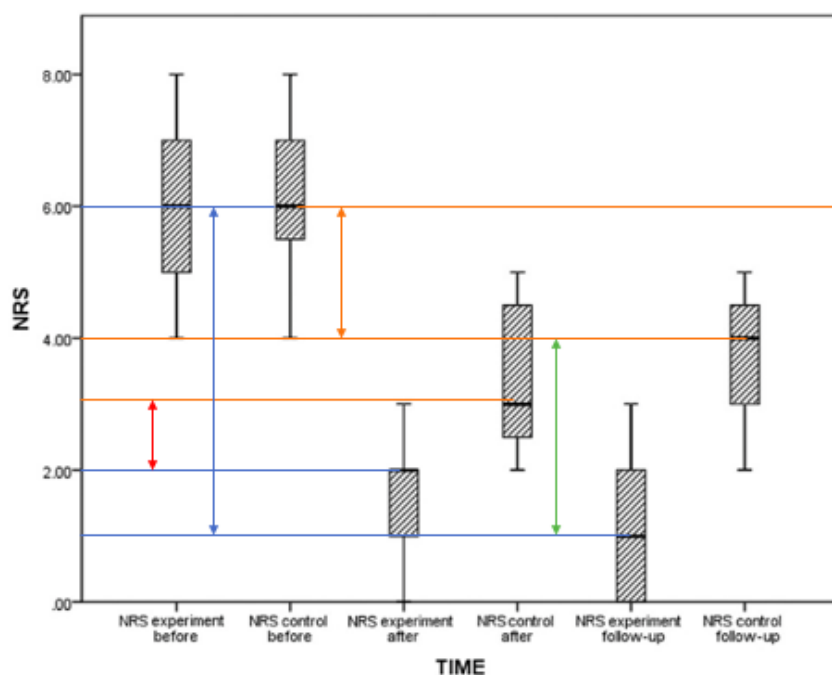


Figure 12 : Box Plot des médianes de la NRS du groupe expérimental et du groupe contrôle à trois moments (avant, après l'intervention et 3 mois après)

Légende :

- : Groupe expérimental (exp) ; $\leftrightarrow$: différence significative intra-groupe (avant l'intervention et 3 mois après)
- : Groupe contrôle (ct) ; $\leftrightarrow$: différence significative intra-groupe (avant l'intervention et 3 mois après)
- $\leftrightarrow$: différence significative intergroupe après l'intervention
- $\leftrightarrow$: différence significative intergroupe 3 mois après l'intervention

	Score NRS pré-intervention	Score NRS post-intervention	Effet de l'intervention (pré – post intervention)	Score NRS à 3 mois	Évolution de la douleur (pré - 3 mois post intervention)
Groupe exp	6 cm	2 cm	-4 cm	1 cm	-5 cm
Groupe ct	6 cm	3 cm	-3 cm	4 cm	-2 cm
Différence intergroupe (p<0.001)			-1 cm		-3 cm

D'après le Box Plot de la NRS et le tableau récapitulatif ci-dessus, il existe une diminution significative ($p<0.001$) de la douleur dans chacun des groupes **post-intervention**.

En revanche, les résultats à **3 mois de suivi post-intervention** nous montrent une diminution significative de la douleur de 5 cm entre les scores pré-intervention et les scores à 3 mois pour le groupe expérimental, contre 2 cm pour le groupe contrôle soit une différence intergroupe significative de 3 cm. Ainsi, **il existe une diminution de la douleur significative en faveur du groupe expérimental à 3 mois de suivi.**

De plus, en observant les écarts interquartiles (IQR) de chaque résultat nous observons pour le groupe expérimental :

- Post-intervention : la médiane est à 2.00 avec IQR (2.00 ; 1.00) soit 50% de l'ensemble des données se trouve en dessous de 2.00
- À 3 mois : la médiane est à 1.00 avec IQR (2.00 ; 0.00) soit 50% de l'ensemble des données se trouve en dessous de 2.00

Pour le groupe contrôle :

- Post-intervention : la médiane est à 3.00 avec IQR (4.5 ; 2.5) soit 50% de l'ensemble des données se trouve en dessus de 2.5
- À 3 mois : la médiane est à 4.00 avec IQR (4.5 ; 3.00) 50% de l'ensemble des données se trouve en dessus de 3.00

L'IQR du groupe expérimental est toujours en dessous de 2.00 alors que l'IQR du groupe contrôle est toujours au-dessus de 2.5, ce qui signifie que pour 50% de l'ensemble des données, l'intervention dans le groupe expérimental a un effet plus important que dans le groupe contrôle sur la douleur.

Ainsi, deux des trois articles évaluant la douleur (**Foroughi et al et Baldon 2014**) concluent à une différence significative et cliniquement pertinente entre le groupe expérimental et le groupe contrôle. Un entraînement au contrôle postural du core (*Foroughi et al*) et un entraînement de stabilisation fonctionnelle avec éducation du patient (*Baldon 2014*) semblent avoir un effet bénéfique sur la douleur chez les femmes atteintes de SDFP.

Les limitations fonctionnelles et la douleur antérieure de genou

Ce critère correspond à la *Kujala Anterior Knee Pain Scale (AKPS)*, qui est un auto-questionnaire, fiable et valide, utilisé pour évaluer le niveau des capacités fonctionnelles des patients avec un SDFP.

Ce critère est étudié dans l'article de **Foroughi et al** uniquement. Les résultats sont résumés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 11 : AKPS de l'étude de *Foroughi et al*

	Score AKPS pré-intervention	Score AKPS post-intervention (p=0.002)	Effet de l'intervention (pré – post intervention)	Score AKPS à 3 mois (p<0.001)	Effet de l'intervention (pré – 3mois post intervention)
Groupe exp	76.23 +/- 4.77	88.05 +/- 4.75	+11.82 points	92.41 +/- 4.80	+16.18 points
Groupe ct	75.25 +/- 5.10	81.93 +/- 5.79	+6.68 points	82.06 +/- 5.99	+6.81 points
Différence intergroupe			+ 5.14 [1,64 ; 8,64]		+ 9.37 [5,53 ; 13,21]

Il existe une augmentation du score AKPS significative pour chacun des groupes **après l'intervention**. Cette augmentation est de 5.14 points en faveur du groupe expérimental post-intervention par rapport au groupe contrôle et de 9,37 points à 3 mois post-intervention.

Un entraînement au contrôle postural du tronc aurait un effet bénéfique sur les symptômes subjectifs (tels que les limitations fonctionnelles et la douleur antérieure de genou) des femmes atteintes de SDFP.

La cinématique du tronc, du bassin et des membres inférieurs

La cinématique du tronc, du bassin et des membres inférieurs est un critère important à prendre en compte dans cette pathologie. En effet, le schéma pourvoyeur de SDFP implique une modification de certains axes corporels lors d'un mouvement comparé à une personne sans SDFP. Nous ne nous intéresserons qu'aux modifications principales précédemment évoquées qui sont :

- Une inclinaison homolatérale du tronc (IHT)
- Une chute du bassin controlatérale (CBC)
- Un pic d'adduction de hanche (AH)
- Un pic de rotation médiale de hanche
- Une adduction de genou qui correspond au valgus dynamique de genou. (AG)
- Une diminution de la force des abducteurs et rotateurs latéraux de hanche.

La cinématique est évaluée dans l'article de **Baldon et al**, en utilisant un appareil d'analyse de mouvements électromagnétique (miniBIRD). Des capteurs sont placés sur le sternum, le sacrum, le milieu de la face latérale de la cuisse et la face médiale de la tubérosité tibiale. Avant le test, les malléoles médiales et latérales ainsi que les épicondyles fémoraux ont été numérisés pour déterminer l'articulation de la cheville et celle du genou respectivement. Le centre de l'articulation de la hanche a été estimé grâce à des mesures et équations réalisées dans une étude précédente.[80] De plus, les espaces intervertébraux C7-T1, T12-L1 et L5-S1 ont été numérisés pour les valeurs concernant le tronc dans le plan frontal. Il était demandé aux patientes d'exécuter un squat uni-podal à partir de la position statique (le genou de la jambe controlatérale en flexion à 90°, hanche en position neutre et les bras croisés devant le thorax) jusqu'au moins 60° de flexion de genou, puis de revenir à la position de départ. Chaque patiente réalisait 3 essais puis 5 autres étaient analysés avec 1 minute de repos entre chaque essai.

De plus, l'essai évalue la force excentrique des muscles. Celle-ci a un rôle de contrôle du mouvement du membre inférieur lors d'activités de mise en charge et donc de modification de la cinématique. Cette force a été quantifiée à l'aide d'un dynamomètre iso cinétique. Pour l'évaluation des adducteurs et abducteurs de hanche, les patientes étaient allongées sur le côté controlatéral avec la jambe du sol fléchie et fixée à l'aide de sangle et l'autre jambe en position neutre dans les 3 plans de l'espace. Le tronc était également stabilisé à l'aide d'une sangle. Pour l'évaluation des rotateurs de hanche, les patientes étaient en position assise, hanche et genou fléchis à 90° et la hanche à tester placée à 10° de rotation médiale. Après 5 essais, les patientes ont exécuté 2 séries de 5 répétitions (avec une contraction excentrique maximale) avec 3 minutes de repos entre chaque série. La plus grande valeur de chaque série a été sélectionnée et divisée par le poids du corps (Nm/kg). Ce test a une fiabilité allant de modérée à excellente (ICC=0.78 à 0.97) avec une erreur standard de mesure allant de 0.07 à 0.16 Nm/kg.

Baldon et al ont comparé 2 groupes : FST et ST. Le groupe expérimental (FST) a suivi un entraînement de contrôle moteur et de renforcement du tronc et des muscles des hanches et les patientes ont été éduquées au sujet de la mauvaise cinématique retrouvée chez les patientes ayant un SDFP. Le groupe contrôle (ST) a suivi un programme de renforcement et d'étirement du quadriceps. L'équipe a ensuite évalué l'effet de l'entraînement sur la cinématique du tronc et des membres inférieurs ainsi que sur la force excentrique des muscles qui intéressent le SDFP.

Les tableaux ci-dessous récapitulent les résultats en début d'intervention, post-intervention ainsi que les différences intra et intergroupes.

Tableau 12 : résultats concernant la cinématique du tronc, du bassin et des membres inférieurs

		Résultats pré-intervention	Résultats post-intervention (p<0.05)*	Évolution de la cinématique (avant et après l'intervention)
Groupe FST	IHT (°)	9.7 +/- 4.1	6.8 +/-2.6	-3.0 +/- 3.4
	CBC (°)	11.1 +/-4.4	7.3 +/-4.4	-3.84 +/-4.47
	AH (°)	23.5 +/- 6.2	12.3 +/-6.9	-11.2 +/-4.7
	AG (°)	12.3 +/-5.2	9.0 +/-6.3	-3.4 +/-3.7
Groupe ST	IHT (°)	7.3 +/- 3.4	7.5 +/-4.2	+0.1 +/-3.3
	CBC (°)	7.3 +/- 3.3	7.2 +/-3.0	-0.18 +/-3.05
	AH (°)	17.1 +/- 4.3	15.4 +/-4.6	-1.7 +/-3.7
	AG (°)	11.0 +/-7.2	10.9 +/-7.4	-0.1 +/-4.2
Différence intergroupe	IHT			-3.1 [-0.6 to -5.6]
	CBC			-3.7 [-0.9 to -6.4]
	AH			-9.6 [-12.7 to -6.4]
	AG			-3.3 [-0.3 to -6.2]

Tableau 13 : résultats concernant la force excentrique des abducteurs (ABD) et rotateurs latéraux (RL) de hanche

		Résultats pré-intervention	Résultats post-intervention	Évolution de la force excentrique (avant et après l'intervention)
Groupe FST	ABD (Nm/Kg)	1.3+/-0.2*	1.5+/-0.2*	0.2+/-0.2*
	RL (Nm/Kg)	0.8+/-0.1	0.8+/-0.1	0.1+/-0.1
Groupe ST	ABD (Nm/Kg)	1.2+/-0.3*	1.3+/-0.3*	0.0+/-0.1*
	RL (Nm/Kg)	0.7+/-0.1	0.8 +/-0.1	0.1+/-0.1
Différence intergroupe	ABD (Nm/Kg)			0.2 [0.1 ; 0.3]*
	RL (Nm/Kg)			0.0 [-0.1 ; 0.1]

* : Signifie une différence significative ($p < 0.05$)

[;] : correspond à l'intervalle de confiance à 95%.

Ainsi, les résultats intergroupes montrent une amélioration significative de la cinématique du tronc et des membres inférieurs dans le groupe FST comparé au groupe contrôle. En effet, la différence intergroupe est de -3.1° pour l'inclinaison homolatérale du tronc, de -3.7° pour la chute du bassin controlatérale, de -9.6° pour l'adduction de hanche et de -3.3° pour l'adduction de genou, en faveur du groupe expérimental. Cette amélioration est significative ($p < 0.05$) et suggère l'intérêt de l'intervention sur la cinématique du tronc et des membres inférieurs.

Concernant la force excentrique des abducteurs de hanche et des rotateurs latéraux, la seule valeur significative ($p < 0.05$) concerne les abducteurs de hanche avec une différence intergroupe de 0,2 Nm/kg. Cette différence reste faible pour conclure à un réel effet de l'intervention.

4. Discussion

1. Analyse des principaux résultats

Le but de cette revue de systématique était d'évaluer la littérature actuelle sur les effets d'un travail de renforcement ou de contrôle moteur du core sur des femmes actives ayant un SDFP. Cette analyse a cherché à discuter de l'efficacité de cet entraînement sur les trois paramètres suivants : la douleur, les limitations fonctionnelles et la cinématique du tronc du bassin et des membres inférieurs.

Après avoir présenté l'ensemble des résultats des études incluses dans cette revue de littérature, nous allons nous intéresser à la validité interne de ces études ainsi qu'à leur pertinence clinique afin de considérer chaque résultat de manière pertinente. Nous devons donc prendre en compte trois critères : la validité externe, la validité interne et la pertinence clinique. [61]

La **validité externe** indique que le résultat est en adéquation avec les autres résultats et qu'il est cohérent avec les connaissances scientifiques actuelles, elle contribue à évaluer l'applicabilité.

La **validité interne** représente une mesure garantissant que le modèle de l'expérience d'un chercheur suit le principe de cause à effet. Elle permet de s'assurer que la variable indépendante est la seule responsable des variations de la variable dépendante. Elle a été évaluée grâce à l'échelle Pedro, sur les dix derniers critères afin d'apprécier les biais potentiels.

La **pertinence clinique** d'un article correspond à la valeur médicale du résultat. Un résultat cliniquement pertinent assure que le bénéfice du traitement a un réel sens thérapeutique et qu'il correspond à un réel bénéfice pratique pour les patients. La différence minimale cliniquement importante (MCID³) participe à l'évaluation de la pertinence clinique. L'interprétation des résultats basée uniquement sur la significativité statistique des tests fait perdre de vue la significativité scientifique de ces résultats, une des dimensions de la pratique basée sur les preuves (EBP), soit l'importance concrète des effets observés qui peuvent être en revanche appréhendés par la notion de **taille d'effet**.

La pertinence clinique est composée de deux éléments associés :

- La **taille de l'effet** représente l'écart entre l'hypothèse nulle et l'hypothèse de recherche. Un résultat uniquement significatif ne se traduit pas nécessairement par une importance clinique. La taille d'effet désigne à quel degré un phénomène donné est présent dans la population. [81]
- L'**applicabilité**, impactant directement la taille de l'effet, sera étudiée dans le paragraphe 4.2.

³ La MCID (minimal clinically important difference) est définie comme étant « la plus petite différence de score dans le domaine d'intérêt que les patients perçoivent comme bénéfique et qui imposerait, en l'absence d'effets secondaires gênants et de coût excessif, un changement dans la prise en charge du patient ».[94]

Ainsi, pour chaque critère de jugement étudié dans la partie précédente, les résultats ayant une différence intergroupe statistiquement significative nécessitent une étude de la validité interne et de la pertinence clinique afin de savoir s'ils peuvent être utilisés sur une population plus large.

Chaque étude renseigne ses résultats sous forme de moyenne avec un écart-type (*standard deviation*), qui montrent une comparaison intergroupe avec estimation de la variabilité (sauf pour les résultats concernant la douleur dans l'essai de **Foroughi**, où les données étaient présentées sous la forme d'un Box plot des médianes).

Pour chaque critère de jugement, il nous est possible de calculer la taille de l'effet, ainsi que l'intervalle de confiance à 95% qui lui est associé.

Nos groupes sont statistiquement identiques, mais leur mesure de départ (pré-test) sont différentes, la taille d'effet sera obtenue par le calcul des différences de moyennes suivant :

$$(Moyenne\ finale - moyenne\ initiale)_{\text{groupe intervention}} - (moyenne\ finale - moyenne\ initiale)_{\text{groupe contrôle}}$$

L'intervalle de confiance à 95% lui étant associé a été calculé, lorsqu'il n'était pas donné par les auteurs, grâce à un tableau Excel [82].

1. La douleur

Les trois études incluses permettent d'appréhender l'efficacité du contrôle moteur du core sur la douleur chez les femmes actives ayant un SDFP. La douleur est une variable continue, subjective et auto-évaluable.

L'étude de **Baldon et al**, a montré une amélioration de la douleur qui est statistiquement significative post-intervention et à 3 mois de suivi, par rapport au groupe contrôle.

La validité interne de cet essai selon la grille PEDro a été évaluée à 7/10. Elle est jugée de « haute qualité ».

Les biais retrouvés sont :

- Un **biais de sélection** car les groupes étaient similaires au début de l'étude concernant l'âge, la taille et le poids, mais ne l'étaient pas concernant la durée des symptômes. En effet, elle était, en moyenne, de 60 mois pour le groupe intervention contre 27 mois pour le groupe contrôle.
- Un **biais d'évaluation** est retrouvé car ni les thérapeutes ni les examinateurs n'étaient en aveugle. Seuls les sujets n'étaient pas au courant du groupe auquel ils avaient été affectés.

Concernant la taille de l'effet, la douleur diminue significativement de -2.2 cm sur l'échelle VAS post-intervention et -2.1 cm à 3 mois de suivi en faveur du groupe intervention. Une diminution de 2 cm sur l'échelle VAS correspond à la différence minimale cliniquement importante (MCID). [83] La MCID est dépassée pour chacun des groupes, ainsi il existe une diminution cliniquement pertinente de la douleur dans les deux groupes.

L'intervalle de confiance à 95% (IC 95%) étant associé à ces valeurs est de [-3.7 ; -0.7] et [-4.2 ; 0.0] respectivement. Ainsi, les valeurs **post-intervention** peuvent être appliquées à une population plus grande car sur 100 répétitions de l'expérience, 95 fois les valeurs se retrouveront dans cet intervalle, indiquant une diminution de la douleur étant donné les valeurs négatives des bornes de l'IC 95%. Cependant, concernant les valeurs **à 3 mois**, l'efficacité est difficile à estimer car l'intervalle de confiance est trop large avec une borne qui indique une absence d'efficacité (0.0) pour avoir confiance en ce résultat.

Foroughi et al, rapporte une diminution significative de la douleur plus importante dans le groupe expérimental que dans le groupe contrôle.

La validité interne présente différents biais qui doivent rentrer en compte dans l'interprétation des résultats :

- Un **biais de sélection** car malgré la randomisation, il n'est pas précisé si l'assignation secrète est respectée ou non. De plus, les populations n'étaient pas identiques au début de l'étude concernant la vélocité des trajectoires du centre de pression.
- Un **biais d'évaluation** est retrouvé avec un biais de performance présent car ni les sujets ni les thérapeutes n'étaient en aveugle, et également un biais de détection car les examinateurs n'étaient pas en aveugle.
- Un **biais d'attrition** car les auteurs ne précisent pas si tous les sujets ont reçu le traitement ou ont suivi l'intervention contrôle comme attribué, ou lorsqu'ils ne l'ont pas reçu si les résultats ont été analysés en intention de traiter.

Une diminution de 2 points est considérée comme étant cliniquement importante (MCID) sur l'échelle NRS. Or, la différence intergroupe post-intervention est trop faible (1 point) pour conclure à un changement cliniquement pertinent entre le groupe expérimental et le groupe contrôle. En revanche, la différence intergroupe à 3 mois post-intervention est de 3 points (>MCID) et permet de conclure à une relevance clinique.

Concernant la taille de l'effet, les résultats de cette étude étaient donnés sous forme d'un box plot qui représente les médianes avec les intervalles interquartiles des valeurs de la NRS. Ces valeurs ne nous permettent pas de calculer la taille de l'effet ni l'intervalle de confiance à 95% (car ils nécessitent d'avoir les moyennes et écart-types). L'écart interquartile couvre 50% d'un ensemble de données et élimine l'influence des valeurs aberrantes. Cependant, l'IQR ne couvre que 50% des données et ne nous indique rien concernant les 50% restant. Ceci peut donc entraîner un biais en excluant des données.

Enfin, concernant l'essai de **Chevidikunnan et al**, les résultats précédents ont montré une diminution significative de la douleur dans les deux groupes.

La validité interne de cet article fait ressortir certains biais :

- Un **biais d'évaluation**, avec un biais de performance présent car ni les sujets ni les thérapeutes n'étaient en aveugle, et également un biais de détection car les examinateurs n'étaient pas en aveugle.
- Un **biais d'attrition** car les auteurs ne précisent pas si tous les sujets ont reçu le traitement ou ont suivi l'intervention contrôle comme attribué, ou lorsqu'ils ne l'ont pas reçu si les résultats ont été analysés en intention de traiter.

En revanche, concernant la taille de l'effet, la différence intergroupe est de 0.9 [-2.62 ; 4.42] cm en faveur du groupe expérimental, cette valeur (< 2 cm) ne permet pas de conclure à une relevance clinique.

En plus d'une différence d'efficacité intergroupe assez faible (0.9), les valeurs de l'IC 95% nous indiquent une fluctuation importante des effets possibles, ce qui rend les résultats imprécis. Il est possible qu'en appliquant ce protocole à un échantillon plus grand, le groupe expérimental ne présente pas de différence d'efficacité par rapport au groupe contrôle ou même que le groupe contrôle ait de meilleurs résultats.

Ainsi, pour résumer les résultats retrouvés dans les différents essais qui étudient la douleur, une intervention ciblée sur les muscles du core semble avoir un effet majoritairement bénéfique en diminuant la douleur post-intervention et à 3 mois post-intervention. Cependant, le faible nombre de participants, le calcul de la taille d'effet et de son intervalle de confiance à 95% ne nous permettent pas de penser avec certitude que ces résultats sont valables pour une population plus grande.

2. Les limitations fonctionnelles et la douleur antérieure de genou

Ce critère a été évalué dans un article uniquement, celui de *Foroughi et ses collaborateurs*. Ils ont montré que l'ajout d'un travail de contrôle postural du core entraîne une amélioration des symptômes subjectifs chez les femmes ayant un SDFP (via l'AKPS). En effet, le score de l'AKPS a significativement augmenté dans le groupe expérimental comparé au groupe contrôle.

Il est admis que la différence minimale cliniquement acceptable (MCID) du score AKPS est de 7 points. Après l'intervention, l'augmentation observée est cliniquement pertinente uniquement pour le groupe expérimental (+11.82 points > MCID). En revanche, la différence intergroupe post-intervention est de 5.14 points en faveur du groupe expérimental. Selon la valeur seuil de la MCID, ce résultat ne permet pas de conclure une relevance clinique.

Cependant, la différence intergroupe à **3 mois post-intervention** est significative et pertinente (**9.37 points > MCID**), permettant d'affirmer l'intérêt de l'intervention sur l'augmentation du score AKPS soit la diminution des symptômes subjectifs (limitation fonctionnelle et douleur antérieure de genou) chez les patientes ayant un SDFP.

Concernant la validité interne de cet article, nous pouvons rappeler les différents biais retrouvés :

- Biais de sélection
- Biais d'évaluation
- Biais d'attrition

Concernant la taille de l'effet, la différence intergroupe était de 5.14 [1.64 ; 8.64] et 9,37 [5.53 ; 13.21] pour les résultats post-intervention et ceux à 3 mois de suivi respectivement. Ces valeurs peuvent être appliquées à une population plus grande étant donné les valeurs positives comprises dans l'intervalle de confiance à 95%.

Ainsi, les résultats sur ce paramètre indiquent des résultats probants, avec une amélioration du score AKPS de manière statistiquement significative. L'analyse des tailles d'effet et de leur intervalle de confiance à 95% montre que l'intervention est en faveur du groupe expérimental et permet de conclure que ces résultats peuvent être appliqués à une population plus importante.

Le travail isolé du core en améliorant le contrôle postural sur un dispositif d'instabilité permettrait d'améliorer le score AKPS, soit de diminuer les limitations fonctionnelles et la douleur antérieure de genou chez les patientes actives ayant un SDFP.

3. Cinématique du tronc, du bassin et des membres inférieurs

Ce critère a été évalué uniquement dans l'étude de *Baldon et al.* L'intervention semble apporter une amélioration significative sur la cinématique du tronc, du bassin et des membres inférieurs par rapport au groupe contrôle.

Cette étude présente une validité interne de haute qualité avec un biais de sélection et un biais d'évaluation.

Concernant la taille de l'effet de cet essai, les différences intergroupes sont de $-3,1^\circ$ $[-0.6$ to $-5.6]$ pour l'inclinaison homolatérale du tronc ; de -3.7° $[-0.9$ to $-6.4]$ pour la chute controlatérale du bassin ; de -9.6° $[-12.7$ to $-6.4]$ pour l'adduction de hanche et de -3.3° $[-0.3$ to $-6.2]$ pour le valgus de genou. Celles-ci sont statistiquement significatives et en faveur du groupe expérimental.

Toutefois, les intervalles de confiance à 95% indiquent que sur une population plus grande, il est possible que l'effet soit proche de 0 concernant l'inclinaison du tronc, la chute du bassin et le valgus de genou étant donné les bornes de l'intervalle de confiance. En revanche, concernant l'adduction de hanche, les résultats sont applicables à un échantillon plus grand.

De plus, concernant l'étude de la force excentrique des muscles abducteurs et rotateurs latéraux de hanche, l'intervention ne semble pas apporter un réel effet bénéfique par rapport au groupe contrôle. En effet, la différence intergroupe est de 0.2 $[0.1 ; 0.3]$ N/kg soit une différence proche de 0.

Un entraînement de stabilisation fonctionnelle du tronc et de la hanche associé à une éducation du patient permettrait d'améliorer la cinématique du tronc, du bassin et de la hanche en particulier concernant l'adduction de hanche. Ce critère est un des critères responsables du valgus dynamique de genou, ce dernier étant un facteur omniprésent dans le SDFP et donc important à prendre en considération. Cependant, il faudra rester vigilant quant à l'interprétation des résultats sur l'inclinaison du tronc, la chute du bassin et le valgus de genou lors de l'application à une population plus large.

2. Applicabilité des résultats en pratique clinique

L'applicabilité contribue à évaluer la pertinence clinique d'un article scientifique. Elle est étroitement en lien avec la taille d'effet. Elle peut être appréciée en répondant à différentes questions :

- Les patients de l'étude et le contexte de soins sont-ils similaires à ceux de notre revue ?
- Le traitement est-il suffisamment bien décrit pour être reproduit ? et qu'en est-il pour le comparateur ?
- Les critères de jugement sont-ils importants pour le patient ?
- Les effets indésirables contrebalancent-ils les bénéfices du traitement ?

Nous allons donc essayer de répondre à ces différentes questions afin de savoir si les résultats sont applicables en pratique clinique.

1. La population étudiée

La validité externe contribue à évaluer l'applicabilité d'un essai. Elle est définie par le critère 1 de l'échelle PEDro. Ce critère est respecté si les auteurs ont détaillé les critères d'éligibilité pour les participants et la source de recrutement. D'après le tableau récapitulatif des scores PEDro de chaque étude, le critère 1 était respecté pour tous les essais.

Les 115 participantes incluses étaient uniquement des femmes entre 16 et 40 ans, pratiquant une activité sportive de façon récréative à hauteur de 30 minutes par jour tous jours de la semaine (*Foroughi et Chevidikunnan*) ou 30 minutes par jours 3 fois par semaine (*Baldon*). Ces femmes avaient toutes un SDFP avec une douleur d'au moins 3/10 à l'EVA avant l'intervention. Notre revue s'appliquera donc à une population de jeunes adultes féminines actives ayant un SDFP.

2. L'intervention

Les interventions appliquées dans chaque étude diffèrent les unes par rapport aux autres, mais elles ciblent toutes les muscles du core.

En effet, *Baldon et al* recherchent l'intérêt d'un entraînement de stabilisation fonctionnelle sur la douleur, les capacités fonctionnelles et la cinématique des membres inférieurs, en plusieurs étapes : la première consiste en une amélioration du contrôle moteur des muscles du tronc et de la hanche puis la deuxième étape comprend un programme de renforcement des muscles du tronc et de la hanche avec une éducation du patient concernant la bonne posture en évitant les compensations retrouvées chez les patients ayant un SDFP.

Les auteurs ont décrit précisément le protocole à réaliser ce qui permet sa reproductibilité. Ce traitement n'engage aucun coût ni pour le patient ni pour le thérapeute de même qu'aucun effet indésirable n'a été relevé suite à ce type d'intervention.

En revanche, il nécessite du temps pour le patient et pour le praticien qui l'encadre. La séance durait entre 75 -90 minutes pour le groupe contrôle contre 90-120 minutes pour le groupe intervention. Ces séances sont longues comparées au temps d'une séance de kinésithérapie évoqué par l'HAS qui est de 30 minutes. Cet élément est important à prendre en compte et nous donne une limite de l'application de ce traitement dans la pratique clinique. De plus, la différence de temps d'une séance entre les deux groupes est de 15 à 30 minutes. Cette différence devra être prise en compte car elle a pu introduire un biais car les 30 minutes d'intervention en plus dans le groupe expérimental ont pu influencer les résultats.

L'essai de *Foroughi et al*, recherche l'intérêt d'un entraînement de contrôle postural du core de façon isolée sur la douleur du genou et les capacités fonctionnelles. En effet, ils utilisent un dispositif de déstabilisation à l'aide d'une sphère à trois degrés de liberté sur laquelle la patiente s'assoie avec d'isoler le contrôle du core/tronc aux ajustements des membres inférieurs. Le protocole est également décrit en détail et donc reproductible. Cependant, il nécessite d'avoir le matériel d'instabilité à disposition, ce qui n'est pas forcément le cas dans tous les cabinets de kinésithérapie.

L'essai de *Chevidikunnan et al* recherche l'effet d'un renforcement des muscles du core sur la douleur et l'équilibre dynamique. Ce renforcement comprend les trois exercices décrits par McGill [77], complété par un bref échauffement et un programme d'étirements dynamiques. Les séances duraient entre 30 et 45 minutes, ce qui est applicable en cabinet. Le programme est décrit de façon à ce qu'il soit reproductible et ne nécessite aucun matériel.

Ainsi, tous les essais concernent un entraînement qui cible le core, soit par du contrôle moteur sous forme de stabilisation, soit par du renforcement. Seule l'intervention de *Chevidikunnan* et ses collègues semble être applicable en pratique clinique en termes de temps et de matériel nécessaire.

3. Le comparateur

Le comparateur utilisé était également différent selon les études.

Pour *Baldon et al*, l'intervention a été comparée à un « entraînement standard » composé d'étirement, et de renforcement en charge et en décharge ciblé sur le quadriceps. Le protocole est décrit et ne nécessite aucun matériel, assurant sa reproductibilité.

Pour *Foroughi et Chevidikunnan* et leurs collaborateurs, l'intervention était comparée à une absence de traitement. En effet, chaque groupe (intervention et contrôle) ont suivi un protocole standard de renforcement et d'étirement du membre inférieur. Ce protocole est décrit en détail et peut être reproduit.

4. Les critères de jugement utilisés

- **La douleur :**

Ce critère est le symptôme principal du SDFP, il peut être invalidant et est donc important pour les patientes.

Les échelles d'auto-évaluation utilisées sont la « Visual analogic scale » (VAS) et la « Numerical rating scale » (NRS). Ces échelles sont reproductibles, fiables et applicables dans la pratique quotidienne. Comme évoqué précédemment, elles possèdent une bonne fiabilité et une bonne validité.

Un entraînement musculaire du core semble être intéressant sur ce critère, avec une diminution de la douleur après intervention.

- **Les limitations fonctionnelles et douleur antérieure de genou :**

Ce critère est également important pour le patient car il traduit les capacités ou incapacités fonctionnelles des patients ayant un SDFP.

Ce paramètre a été étudié grâce à la « Anterior Knee Pain Scale » (AKPS), qui est une échelle d'auto-évaluation est fiable, valide et reproductible par un thérapeute.

- **La cinématique du tronc, du bassin et des membres inférieurs :**

Ce paramètre peut paraître moins important aux yeux des patients car il n'entraîne pas de déficit direct. En effet, une mauvaise cinématique ne fait pas partie des symptômes (ce dont se plaint le patient) du SDFP. En revanche, elle fait partie des étiologies possibles et doit être prise en compte par le thérapeute.

La mesure de ce critère nécessite un appareil d'analyse de mouvements électromagnétique (type miniBIRD), qui est un dispositif ayant une fiabilité excellente et reproductible. Cependant, cette mesure n'est pas forcément applicable dans la pratique si le thérapeute n'est pas équipé de ce type de matériel.

3. Qualité des preuves

Seuls les essais cliniques randomisés (ECR) ont été sélectionnés dans cette revue de littérature. Les ECR de forte puissance ont un niveau de preuve élevée et le risque de biais dans ces études reste relativement faible.

Pour chaque critère de jugement, nous allons évaluer la qualité des preuves concernant l'effet du traitement sur ce critère. Ceci se fera en recherchant le risque de biais des études qui évaluent ce critère de jugement ; la précision et la constance ou l'inconstance de leurs résultats.

- **La douleur :** Trois études évaluent ce critère

- Le risque de biais : le score PEDro moyen des trois études évaluant la douleur est de 5,6 soit un score indiquant une qualité méthodologique modérée avec un risque de biais présent. En effet, une des limites est que la « mise en aveugle » des sujets, thérapeutes et examinateurs n'était respectée dans aucun des essais. Ceci peut s'expliquer par le fait qu'un exercice ciblant une partie du corps ne peut être fait sans en avoir conscience. La mise en aveugle des thérapeutes était, pour cette raison, impossible. Les sujets en revanche auraient pu ne pas être au courant du groupe dans lequel ils avaient été affectés comme c'est le cas dans l'essai de *Baldon*. De plus, il aurait été préférable que les examinateurs soient en aveugle également. Cela augmente le risque de partialité car les connaissances des examinateurs et des participantes sur l'assignation de groupe pourraient avoir influencé le véritable effet du traitement.
- La précision : les résultats sont limités par le fait du faible nombre de participantes incluses dans ces essais. En effet, les intervalles de confiance à 95% précédemment énoncés sont relativement larges ce qui rend les résultats imprécis. Nous ne pouvons pas avoir confiance en ces résultats et nous ne pouvons pas savoir avec certitude si les effets observés seront les mêmes sur un échantillon plus grand.
- L'inconstance : les trois articles évaluant la douleur présentent des résultats inconstants. L'effet de l'intervention varie selon le moment (post-intervention ou 3 mois après) et même si tous les articles semblent rapporter une diminution significative de la douleur, cette diminution n'est pas toujours cliniquement pertinente et applicable à une population plus étendue.

Ainsi, le niveau de preuve des essais qui évaluent la douleur semble être faible. Cela rend tout bénéfice potentiel d'une intervention ciblant les muscles du core difficile à déterminer.

- **Les limitations fonctionnelles et la douleur antérieure de genou** : Un article évalue ce critère
 - Le risque de biais : Le score PEDro de cette étude est de 4/10 ce qui laisse penser que le risque de biais est élevé. Cependant la mise en aveugle des sujets, thérapeutes et examinateurs semble difficilement applicable comme évoqué précédemment. Les derniers critères de l'échelle PEDro, concernant les informations statistiques permettant d'interpréter les résultats, sont tout de même positifs et importants à prendre en considération.
 - La précision : Les résultats de cette étude semblent précis étant donné les valeurs des bornes de l'intervalle de confiance à 95%. Ces valeurs peuvent être applicables à une population plus grande. Cependant, la taille de l'échantillon reste faible ce qui limite l'interprétation des résultats.
 - L'inconstance : ce critère ne peut être évalué compte tenu du fait qu'un seul article évalue ce critère de jugement. Les résultats de cette étude sont donc constants mais il serait intéressant de les comparer à d'autres articles évaluant ce même critère de jugement.

Le niveau de preuves pour ce critère de jugement est faible également. Même si les résultats semblent être intéressants, une analyse plus poussée comportant d'autres articles et d'autres études sont indispensables pour conclure à une réelle efficacité de l'intervention.

- **La cinématique du tronc, du bassin et des membres inférieurs** : Un article évalue ce critère
 - Risque de biais : Le score PEDro de cet article est de 7/10 ce qui présume d'une bonne qualité méthodologique avec un faible risque de biais. Un biais de sélection était présent concernant la similitude des études avant l'intervention. En effet, la durée des symptômes était deux fois plus longue dans le groupe expérimental comparé au groupe contrôle. Cela a pu influencer les résultats et l'interprétation de ces derniers doit être faite avec précaution. De plus, seuls les sujets étaient en aveugle ce qui entraîne un biais d'évaluation.
 - La précision : Les intervalles de confiance à 95% donnés dans cet essai indiquent une fluctuation des résultats d'en moyenne 5 à 6°. Ainsi, les bornes de l'intervalle étant assez larges, même si elles restent négatives et donc intéressantes vis-à-vis de l'intervention, elles ne nous permettent pas d'avoir confiance en ces résultats. Les résultats ne sont donc pas assez précis, il faudra être prudent lors de leur utilisation.
 - L'inconstance : De même que le critère précédent, un seul article évaluait la cinématique, il est donc impossible de traiter de la constance ou l'inconstance des résultats étant donné qu'ils proviennent de la même étude. Ainsi, d'autres études évaluant la cinématique du tronc, du bassin et des membres inférieurs dans la même population sont nécessaires pour juger de la constance des résultats.

Le niveau de preuve pour ce critère de jugement est donc faible à modéré.

Même si les ECR inclus dans cette revue ont un niveau de preuve élevé, la qualité des preuves globale pour chaque critère de jugement est faible à modérée. Ceci signifie qu'il est probable, voire très probable, que des travaux de recherches futures aient un impact et changent l'estimation de l'effet. Ainsi, la faible qualité des études incluses impose la prudence dans l'interprétation des résultats. [64]

4. Expériences complémentaires nécessaires

Afin d'améliorer les études décrites et d'obtenir des résultats tangibles, il serait intéressant de modifier ou d'ajouter certains éléments.

Une étude réalisée en double aveugle avec un nombre plus conséquent de participantes (au moins 50 dans chaque groupe) permettrait d'évaluer avec plus de précision l'effet bénéfique d'un contrôle moteur du core sur des femmes actives souffrant de SDFP. Cette étude devrait évaluer la douleur, la cinématique du tronc, du bassin et des MI et établir le score AKPS. De plus, les résultats semblent être en faveur d'une amélioration post-intervention (après 4 semaines ou 8 semaines d'intervention) et 3 mois post-intervention. Il serait donc nécessaire d'observer les effets à 6 mois, voire 1 an post-intervention afin d'avoir un avis sur la durabilité des résultats.

5. Biais potentiels de la revue

Les biais potentiels de cette revue ont été analysés grâce à la grille AMSTAR-2 (Annexe 4) [84]. Cette grille a été mise en place en 2017, elle correspond à la mise à jour de la grille AMSTAR originale et permet d'analyser la qualité méthodologique d'une revue de littérature.

Elle comporte 16 items, pour chaque items quatre réponses sont possibles :

- Oui
- Oui partiellement
- Non
- Sans objet

Tableau 14 : grille AMSTAR-2 de cette revue

Items	Cotation	Oui/Oui partiellement/Non	Justification
1	Est-ce que les questions de recherche et les critères d'inclusion de la revue ont inclus les critères PICO ?	Oui	Les données sont disponibles dans la sous-partie « schéma d'étude » de la partie « méthodologie ».
2	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 ?	Non	La question de recherche et les critères d'inclusion ont été déterminés avant le début de l'étude. Mais elles n'ont pas fait l'objet d'une déclaration préalable.
3	Les auteurs ont-ils expliqué leur choix de schémas d'étude à inclure dans la revue ?	Oui	Le schéma d'étude le plus adapté pour répondre à ce type de question sont les essais cliniques randomisés (ECR).
4	Les auteurs ont-ils utilisé une stratégie de recherche documentaire exhaustive ?	Oui	Plusieurs sources ont été interrogées : Pubmed, Cochrane Library, PEDRo, KinéDoc. Une stratégie complémentaire a été mis en place via la littérature grise et l'étude des références de certains auteurs.
5	Les auteurs ont-ils effectué en double la sélection des études ?	Non	Étant donné que cette revue est le résultat d'un mémoire de fin d'étude, la sélection des données a été faite de façon individuelle.
6	Les auteurs ont-ils effectué en double l'extraction des données ?	Non	Pour la même raison que l'item 5, de façon individuelle.
7	Les auteurs ont-ils fourni une liste des études exclues et justifié les exclusions ?	Oui	Liste des études exclues à la dernière étape de sélection : <i>Tableau 6</i>

8	Les auteurs ont-ils décrit les études incluses de manière suffisamment détaillée ?	Oui	Les données sur les études incluses : population, intervention, comparateur, critères de jugement, méthodes sont disponibles en annexe 3.
9	Les auteurs ont-ils utilisé une technique satisfaisante pour évaluer le risque de biais des études individuelles incluses dans la revue ?	Oui	L'échelle PEDro a été utilisée pour évaluer le risque de biais de chaque étude incluse.
10	Les auteurs ont-ils indiqué les sources de financement des études incluses dans la revue ?	Non	Pas de données à ce sujet
11	Si une méta-analyse a été effectuée, les auteurs ont-ils utilisé des méthodes appropriées pour la combinaison statistique des résultats ?	Sans objet	Aucune méta-analyse effectuée
12	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 ?	Sans objet	Aucune méta-analyse effectuée
13	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 ?	Oui	La partie discussion pondère les résultats des auteurs avec les limites et les risques de biais de chaque étude.
14	Les auteurs ont-ils fourni une explication satisfaisante pour toute hétérogénéité observée dans les résultats de la revue et une discussion sur celle-ci ?	Oui	Une discussion autour de l'impact des risques de biais des études incluses sur les résultats est présente dans la partie « qualité des preuves » (4.3).
15	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 ?	Sans objet	Aucun outils graphiques ou statistiques n'a été utilisés pour évaluer un éventuel risque de biais.
16	Les auteurs ont-ils rapporté toute source potentielle de conflit d'intérêt, y compris tout financement reçu pour réaliser la revue ?	Oui	Dans le cadre de cette revue de littérature, aucun conflit d'intérêt, ni aucune source de financement, ne sont à déclarer.

5. Conclusion

La littérature étudiée depuis des années le syndrome fémoro-patellaire et ses multiples origines. En effet son étiologie complexe rend difficile la prise en charge kinésithérapique et préventive face à ce syndrome. Certains auteurs ont remarqué qu'une faiblesse de la musculature de la hanche participerait au contrôle de la cinématique du membre inférieur pendant des tâches dynamiques.[4,85,86] Cette observation guide donc la rééducation vers un renforcement et une stabilisation de la hanche maintenant de plus en plus utilisée en pratique clinique.

Plus récemment, d'autres auteurs comme *Cowan, Baldon ou De Blaiser* ont cherché à mettre en évidence le rôle du core et de sa musculature dans cette pathologie. [70,87,88] En effet, le SDFP pourrait être lié à un déficit de contrôle moteur du tronc, celui-ci étant fonctionnellement lié au bassin et aux hanches. Une bonne stabilité de ce complexe permet de produire, transférer et contrôler de manière optimale la transmission des forces lors d'un mouvement.

L'intérêt d'un travail de stabilisation et de contrôle moteur du core chez les patientes ayant un SDFP par la recherche scientifique est récent, ceci limite le nombre d'études réalisées à ce sujet expliquant le faible nombre d'essais inclus dans cette revue.

L'objectif de cette revue de littérature était donc de rassembler les études scientifiques récentes disponibles de nos jours, afin d'approfondir nos connaissances sur l'intérêt ou non d'une rééducation ciblée sur le core dans la rééducation du SDFP chez la femme active.

Notre revue s'intéresse à un syndrome complexe et pourtant retrouvé de nombreuses fois en pratique clinique. Son étiologie multifactorielle rend sa prise en charge difficile à appréhender. Malgré des résultats encourageants concernant un traitement ciblé sur les muscles du core sur la douleur et la cinématique des MI, cette revue ne permet pas de donner avec certitude une nouvelle stratégie thérapeutique.

En effet, des résultats intéressants sont retrouvés concernant une amélioration de la douleur à trois mois à la suite d'un renforcement ou d'un travail de stabilisation du core. Ce type de traitement semble être applicable cliniquement. Concernant les limitations fonctionnelles, un travail de stabilisation du core de façon isolée permettrait d'augmenter les capacités fonctionnelles. Mais, la nécessité d'un matériel particulier rend l'intervention difficilement applicable en cabinet. Enfin, un entraînement de stabilisation fonctionnelle du tronc et de la hanche associé à une éducation du patient permettrait d'améliorer la cinématique du tronc, du bassin et de la hanche en vue de diminuer le risque d'incidence ou de rechutes du SDFP. Ce dernier protocole semble tout à fait applicable à la pratique clinique.

En revanche, ces résultats sont valables pour une population féminine, assez jeunes, pratiquant une activité physique régulière mais non professionnelle et ayant un SDFP. Or, l'activité physique prenant de plus en plus une part importante dans la vie des femmes (de par ses bénéfices sur la santé physique et mentale), la population totale de femmes actives est en perpétuelle augmentation. Ceci accroît le nombre de femmes souffrants de pathologies du genou comme le SDFP.

Ainsi, le faible nombre de participantes incluses dans notre revue impose la prudence lors de son application à une population plus grande. De même, nous ne sommes pas en mesure de généraliser cette étude aux hommes ou à d'autres pathologies du genou.

Ce dernier point pourrait cependant faire l'objet d'autres études. En effet, la modification de la cinématique du tronc, du bassin et des membres inférieurs et le schéma moteur « d'effondrement » pourvoyeur du SDFP décrit dans cette revue, sont également présents dans d'autres pathologies du genou fréquemment rencontrées comme la rupture des ligaments croisés. [89–92] Ainsi, un travail de contrôle moteur du core pourrait être intéressant dans le traitement de ces pathologies.

6. Bibliographie

- [1] Barton CJ, Crossley KM. 2016 Patellofemoral pain consensus statement from the 4th International Patellofemoral Pain Research Retreat, Manchester. Part 1: Terminology, definitions, clinical examination, natural history, patellofemoral osteoarthritis and patient-reported outcome measures. *Br J Sports Med* 2016;50:833–4. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095607>.
- [2] Mathieu Saubade GGRMAB. Mieux comprendre le syndrome douloureux fémoro-patellaire... pour mieux le traiter. *Rev Med Suisse* 2014;10.
- [3] Collins NJ, Barton CJ, Van Middelkoop M, Callaghan MJ, Rathleff MS, Vicenzino BT, et al. 2018 Consensus statement on exercise therapy and physical interventions (orthoses, taping and manual therapy) to treat patellofemoral pain: recommendations from the 5th International Patellofemoral Pain Research Retreat, Gold Coast, Australia, 2017. *Br J Sport Med* 2018;52:1170–8. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-099397>.
- [4] Halabchi F, Mazaheri R, Seif-Barghi T. Patellofemoral Pain Syndrome and Modifiable Intrinsic Risk Factors; How to Assess and Address? vol. 4. 2013.
- [5] Jung M, Ziltener J-L. Le syndrome douloureux fémoro-patellaire Article de revue. vol. 48. 2000.
- [6] Petersen W, Rembitzki I, Liebau C. Patellofemoral pain in athletes. *Open Access J Sport Med* 2017;Volume 8:143–54. <https://doi.org/10.2147/oajsm.s133406>.
- [7] Le syndrome rotulien, un problème d'articulation mais pas seulement ! n.d. <https://running-care.com/blog/2019/12/09/le-syndrome-rotulien-un-probleme-darticulation-mais-pas-seulement/> (accessed December 4, 2020).
- [8] Gaitonde DY, Ericksen A, Robbins RC. Patellofemoral pain syndrome. *Am Fam Physician* 2019;99:88–94. <https://doi.org/10.5505/bsbd.2014.76588>.
- [9] Neal BS, Lack SD, Lankhorst NE, Raye A, Morrissey D, Van Middelkoop M. Risk factors for patellofemoral pain: A systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med* 2019;53:270–81. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-098890>.
- [10] Petersen W, Ellermann A, Gösele-Koppenburg A, Best R, Rembitzki IV, Brüggemann GP, et al. Patellofemoral pain syndrome. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc* 2014;22:2264–74. <https://doi.org/10.1007/s00167-013-2759-6>.
- [11] SIMS. Le genou. 2017.
- [12] D Myer G. Diagnostic Differences for Anterior Knee Pain between Sexes in Adolescent Basketball Players. *J Athl Enhanc* 2014;03. <https://doi.org/10.4172/2324-9080.1000139>.
- [13] Rambaud A, Philippot R, Edouard P. La prise en charge rééducative globale de patients présentant un syndrome fémoro-patellaire: La lutte contre l'effondrement du membre inférieur par le renforcement du moyen fessier. *J Traumatol Du Sport* 2013;30:232–9. <https://doi.org/10.1016/j.jts.2013.10.005>.
- [14] Haim A, Yaniv M, Dekel S, Amir H. Patellofemoral pain syndrome: Validity of clinical and radiological features. *Clin Orthop Relat Res* 2006;451:223–8. <https://doi.org/10.1097/01.blo.0000229284.45485.6c>.
- [15] Delacour H, François N, Servonnet A, Gentile A, Roche B. Les rapports de vraisemblance : un outil de choix pour l'interprétation des tests biologiques. *Immuno-Analyse Biol Spécialisée* 2009;24:92–9. <https://doi.org/10.1016/j.immbio.2009.01.002>.
- [16] DISPOSITIFS de COMPRESSION/CONTENTION médicale à usage individuel Utilisation en

- ORTHOPÉDIE/RHUMATOLOGIE/TRAUMATOLOGIE n.d. https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2012-10/rapport_compression_contention_2012_sed_vdef_3.pdf (accessed November 14, 2020).
- [17] Earl-Boehm JE, Bolgia LA, Emory C, Hamstra-Wright KL, Tarima S, Ferber R. Treatment success of hip and core or knee strengthening for patellofemoral pain: Development of clinical prediction rules. *J Athl Train* 2018;53:545–52. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-510-16>.
- [18] Michel Dufour. Anatomie de l'appareil locomoteur. 3^{eme} édit. 2015.
- [19] rotule – Docteur Jean-Pierre de Mondenard n.d. <https://dopagedemondenard.com/tag/rotule/> (accessed April 5, 2021).
- [20] Kamina pierre. Précis d'anatomie clinique. 2011.
- [21] Horton MG, Hall TL. Quadriceps Femoris Muscle Angle: Normal Values and Relationships with Gender and Selected Skeletal Measures. n.d.
- [22] Quadriceps Angle (Q-Angle) Markings. | Download Scientific Diagram n.d. https://www.researchgate.net/figure/Quadriceps-Angle-Q-Angle-Markings_fig1_257052075 (accessed April 5, 2021).
- [23] Sheehan FT, Derasari A, Fine KM, Brindle TJ, Alter KE. Q-angle and J-sign: Indicative of maltracking subgroups in patellofemoral pain. *Clin Orthop Relat Res* 2010;468:266–75. <https://doi.org/10.1007/s11999-009-0880-0>.
- [24] Almeida GPL, Carvalho e Silva AP de MC, França FJR, Magalhães MO, Burke TN, Marques AP. Does anterior knee pain severity and function relate to the frontal plane projection angle and trunk and hip strength in women with patellofemoral pain? *J Bodyw Mov Ther* 2015;19:558–64. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2015.01.004>.
- [25] Adresse C, Lescure Y, Lescure © Y. Le syndrome fémoro-patellaire du coureur à pied Yves LESCURE Figure 1. Syndrome d'hyper-pression latérale fémoro-patellaire 2017;21. <https://doi.org/10.1016/j.revpod.2017.08.005>.
- [26] A. Gray F.-M. Meyer P.-F. Leyvraz. Anomalies morphologiques des membres inférieurs dans la gonarthrose - Revue Médicale Suisse. *Rev Med Suisse* 2002. <https://www.revmed.ch/RMS/2002/RMS-2417/22592> (accessed October 24, 2020).
- [27] Pr SM BOUKERCHE ARTICULATION DU GENOU Année universitaire - ppt télécharger n.d. <https://slideplayer.fr/slide/13920342/> (accessed April 8, 2021).
- [28] Neal BS, Lack SD, Lankhorst NE, Raye A, Morrissey D, Van Middelkoop M. Risk factors for patellofemoral pain: A systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med* 2019;53:270–81. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-098890>.
- [29] Emamvirdi M, Letafatkar A, Khaleghi Tazji M. The Effect of Valgus Control Instruction Exercises on Pain, Strength, and Functionality in Active Females With Patellofemoral Pain Syndrome. *Sports Health* 2019;11:223–37. <https://doi.org/10.1177/1941738119837622>.
- [30] Almeida GPL, De Moura Campos Carvalho e Silva AP, França FJR, Magalhães MO, Burke TN, Marques AP. Relationship between frontal plane projection angle of the knee and hip and trunk strength in women with and without patellofemoral pain. *J Back Musculoskelet Rehabil* 2016;29:259–66. <https://doi.org/10.3233/BMR-150622>.
- [31] LaBella CR, Hennrikus W, Hewett TE, Brenner JS, Brooks A, Demorest RA, et al. Anterior cruciate ligament injuries: Diagnosis, treatment, and prevention. *Pediatrics* 2014;133. <https://doi.org/10.1542/peds.2014-0623>.
- [32] Holden S, Boreham C, Doherty C, Delahunt E. Two-dimensional knee valgus

- displacement as a predictor of patellofemoral pain in adolescent females. *Scand J Med Sci Sport* 2017;27:188–94. <https://doi.org/10.1111/sms.12633>.
- [33] Brigaud F. *Gestuelle dynamique du mouvement: prévenir les blessures, optimiser les performances*. 2006.
 - [34] Powers CM, WE, DIS, & CKM. Evidences scientifiques pour un modèle pathomécanique de la douleur fémoro-patellaire : Déclaration de consensus de la 4ème journée internationale de recherche sur la douleur fémoro-patellaire, Manchester, Royaume-Uni : partie 3 2017. https://www.kinesport.info/Evidences-scientifiques-pour-un-modele-pathomecanique-de-la-douleur-femoro-patellaire-Declaration-de-consensus-de-la_a3982.html (accessed October 23, 2020).
 - [35] Rees D, Younis A, MacRae S. Is there a correlation in frontal plane knee kinematics between running and performing a single leg squat in runners with patellofemoral pain syndrome and asymptomatic runners? *Clin Biomech* 2019;61:227–32. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2018.12.008>.
 - [36] Bramah C, Preece SJ, Gill N, Herrington L. Is There a Pathological Gait Associated With Common Soft Tissue Running Injuries? n.d. <https://doi.org/10.1177/0363546518793657>.
 - [37] Marc J, Dupeyron A, Perrey S HC. *La stabilisation lombo-pelvienne Du gainage au concept de Core Stability*. 2014.
 - [38] Fryer C, Ithurburn MP, McNally MP, Thomas S, Paterno M V., Schmitt LC. The relationship between frontal plane trunk control during landing and lower extremity muscle strength in young athletes after anterior cruciate ligament reconstruction. *Clin Biomech* 2019;62:58–65. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2018.11.012>.
 - [39] Sport au féminin - n.d. <https://www.sports.gouv.fr/pratiques-sportives/sports-pour-tous/sport-au-feminin/> (accessed October 15, 2020).
 - [40] Arendt E, Dick R. Knee Injury Patterns Among Men and Women in Collegiate Basketball and Soccer NCAA Data and Review of Literature* REVIEW OF THE LITERATURE Many theories have been suggested concerning the increased rate of ACL injuries among women. Possible contributing factors can be divided into extrinsic factors (body movement in sport, muscular strength and coordination, shoe-surface interface, and level of skill and conditioning). 1993.
 - [41] Hewett TE. Neuromuscular and hormonal factors associated with knee injuries in female athletes: Strategies for intervention. *Sport Med* 2000;29:313–27. <https://doi.org/10.2165/00007256-200029050-00003>.
 - [42] Wang SC, Brede C, Lange D, Poster CS, Lange AW, Kohoyda-Inglis C, et al. Gender differences in hip anatomy: Possible implications for injury tolerance in frontal collisions. *Annu. Proc. - Assoc. Adv. Automot. Med.*, vol. 48, Association for the Advancement of Automotive Medicine; 2004, p. 288–301.
 - [43] Ferber R, Davis IMC, Williams DS. Gender differences in lower extremity mechanics during running. *Clin Biomech* 2003;18:350–7. [https://doi.org/10.1016/S0268-0033\(03\)00025-1](https://doi.org/10.1016/S0268-0033(03)00025-1).
 - [44] Hutchinson MR, Ireland ML. Knee Injuries in Female Athletes. *Sport Med* 1995;19:288–302. <https://doi.org/10.2165/00007256-199519040-00006>.
 - [45] Ford KR, Myer GD, Hewett TE. Valgus knee motion during landing in high school female and male basketball players. *Med Sci Sports Exerc* 2003;35:1745–50. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000089346.85744.D9>.
 - [46] Whiteside PA. Men's and women's injuries in comparable sports. *Phys Sportsmed*

- 1980;8:130–40. <https://doi.org/10.1080/00913847.1980.11948586>.
- [47] Hewett TE, Stroupe AL, Nance TA, Noyes FR. Plyometric training in female athletes: Decreased impact forces and increased hamstring torques. *Am J Sports Med* 1996;24:765–73. <https://doi.org/10.1177/036354659602400611>.
- [48] Hewett TE, Lindenfeld TN, Riccobene J V., Noyes FR. The effect of neuromuscular training on the incidence of knee injury in female athletes. A prospective study. *Am J Sports Med* 1999;27:699–706. <https://doi.org/10.1177/03635465990270060301>.
- [49] Lebrun CM. L'effet de la phase du cycle menstruel et de la pilule contraceptive sur les performances sportives - PubMed. *Clin Sport Med* n.d. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8013042/> (accessed October 15, 2020).
- [50] Boling M, Padua D, Marshall S, Guskiewicz K, Pyne S, Beutler A. Gender differences in the incidence and prevalence of patellofemoral pain syndrome. *Scand J Med Sci Sport* 2010;20:725–30. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2009.00996.x>.
- [51] Jamison ST, McNally MP, Schmitt LC, Chaudhari AMW. The effects of core muscle activation on dynamic trunk position and knee abduction moments: Implications for ACL injury. *J Biomech* 2013;46:2236–41. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2013.06.021>.
- [52] McNeill W. Core stability is a subset of motor control. *J Bodyw Mov Ther* 2010;14:80–3. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2009.10.001>.
- [53] Gilbert VERSIER P. BIOMECANIQUE DE LA CEINTURE PELVIENNE DE LA CEINTURE PELVIENNE. n.d.
- [54] Peter Brukner KK-B. *Clinical Sports Medecine*. 2011.
- [55] De Gasquet. *Abdominaux arrêtez le massacre* 2008.
- [56] Huxel Bliven KC, Anderson BE. Core Stability Training for Injury Prevention n.d. <https://doi.org/10.1177/1941738113481200>.
- [57] Powers CM. *Netter's sport medecine*. 2010.
- [58] Zazulak BT, Hewett TE, Reeves NP, Goldberg B, Cholewicki J. Deficits in neuromuscular control of the trunk predict knee injury risk: A prospective biomechanical-epidemiologic study. *Am J Sports Med* 2007;35:1123–30. <https://doi.org/10.1177/0363546507301585>.
- [59] Hodges PW, Richardson CA. Contraction of the abdominal muscles associated with movement of the lower limb. *Phys Ther* 1997;77:132–44. <https://doi.org/10.1093/ptj/77.2.132>.
- [60] Entorse de cheville et entraînement neuromusculaire : impact sur le nombre de récurrences chez l'adulte Jérémy ALLAZ Etudiant Bachelor-Filière Physiothérapie Mélissa LECOCQ Etudiante Bachelor-Filière Physiothérapie Directeur de travail : CLAUDE PICHONNAZ. n.d.
- [61] Regnaud JP, Guay V, Marsal C. Evidence based practice ou la pratique basée sur les preuves en rééducation. *Kinesithérapie* 2009;9:55–61. [https://doi.org/10.1016/S1779-0123\(09\)70037-3](https://doi.org/10.1016/S1779-0123(09)70037-3).
- [62] Revues systématiques | Cochrane Suisse n.d. <https://swiss.cochrane.org/fr/ressources/revues-systematiques> (accessed November 12, 2020).
- [63] GUIDE D'ANALYSE DE LA LITTERATURE ET GRADATION DES RECOMMANDATIONS JANVIER 2000 Service Recommandations Professionnelles. 2000.
- [64] Des niveaux de preuve aux recommandations. Rapport de la Société de Pneumologie de Langue Française - EM consulte n.d. <https://www.em->

- consulte.com/article/194862/des-niveaux-de-preuve-aux-recommandationsp-rapport (accessed November 10, 2020).
- [65] Crossley KM, Bennell KL, Cowan SM, Green S. Analysis of outcome measures for persons with patellofemoral pain: Which are reliable and valid? *Arch Phys Med Rehabil* 2004;85:815–22. [https://doi.org/10.1016/S0003-9993\(03\)00613-0](https://doi.org/10.1016/S0003-9993(03)00613-0).
 - [66] Kaux JF, Buckinx F, Borheim S, Van Beveren J, Dardenne N, Bruyère O. Adaptation interculturelle du questionnaire Kujala Anterior Knee Pain Scale pour les patients francophones. *J Traumatol Du Sport* 2018;35:62. <https://doi.org/10.1016/j.jts.2017.12.024>.
 - [67] Vallerand RJ. Vers une méthodologie de validation trans-culturelle de questionnaires psychologiques: Implications pour la recherche en langue française. *Can Psychol Can* 1989;30:662–80. <https://doi.org/10.1037/h0079856>.
 - [68] Identifier la question et classer les types d'étude - LEPCAM n.d. <https://lepcam.fr/index.php/les-etapes/type-etude/> (accessed November 29, 2020).
 - [69] Diagramme de flux PRISMA-traduction française n.d. http://www.prisma-statement.org/documents/PRISMA_French_Flow_Diagram.pdf (accessed March 21, 2021).
 - [70] Cowan SM, Crossley KM, Bennell KL. Altered hip and trunk muscle function in individuals with patellofemoral pain. *Br J Sports Med* 2009;43:584–8. <https://doi.org/10.1136/bjsm.2008.053553>.
 - [71] Motealleh A, Kordi Yoosefinejad A, Ghoddosi M, Azhdari N, Pirouzi S. Trunk postural control during unstable sitting differs between patients with patellofemoral pain syndrome and healthy people: A cross-sectional study. *Knee* 2019;26:26–32. <https://doi.org/10.1016/j.knee.2018.10.002>.
 - [72] Ferber R, Bolgia L, Earl-Boehm JE, Emery C, Hamstra-Wright K. Strengthening of the hip and core versus knee muscles for the treatment of patellofemoral pain: A multicenter randomized controlled trial. *J Athl Train* 2015;50:366–77. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-49.3.70>.
 - [73] Yilmaz Yelvar GD, Baltaci G, Bayrakci Tunay V, Atay AÖ. The effect of postural stabilization exercises on pain and function in females with patellofemoral pain syndrome. *Acta Orthop Traumatol Turc* 2015;49:166–74. <https://doi.org/10.3944/AOTT.2015.13.0118>.
 - [74] Rabelo NDDA, Lima B, Reis AC Dos, Bley AS, Yi LC, Fukuda TY, et al. Neuromuscular training and muscle strengthening in patients with patellofemoral pain syndrome: A protocol of randomized controlled trial. *BMC Musculoskelet Disord* 2014;15:157. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-15-157>.
 - [75] Rabelo ND dos A, Costa LOP, Lima BM de, dos Reis AC, Bley AS, Fukuda TY, et al. Adding motor control training to muscle strengthening did not substantially improve the effects on clinical or kinematic outcomes in women with patellofemoral pain: A randomised controlled trial. *Gait Posture* 2017;58:280–6. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2017.08.018>.
 - [76] Motealleh A, Mohamadi M, Moghadam MB, Nejati N, Arjang N, Ebrahimi N. Effects of Core Neuromuscular Training on Pain, Balance, and Functional Performance in Women With Patellofemoral Pain Syndrome: A Clinical Trial. *J Chiropr Med* 2019;18:9–18. <https://doi.org/10.1016/j.jcm.2018.07.006>.
 - [77] The McGill Big 3 For Core Stability – Squat University n.d. <https://squatuniversity.com/2018/06/21/the-mcgill-big-3-for-core-stability/> (accessed

April 11, 2021).

- [78] PAUL VAUCHER (PhD, MSc Clinical Trials OC-G. (PDF) Fiabilité d'un test, d'une mesure ou d'une procédure d'évaluation n.d. https://www.researchgate.net/publication/317426648_Fiabilite_d'un_test_d'une_mesure_ou_d'une_procedure_d'evaluation (accessed April 1, 2021).
- [79] F. Ayala, P. Sainz de Baranda M de SC y FS. Fiabilidad y validez de las pruebas sit-and-reach: Revisión sistemática n.d. https://www.researchgate.net/publication/257733368_Fiabilidad_y_validez_de_las_pruebas_sit-and-reach_Revision_sistemica (accessed April 1, 2021).
- [80] Leardini A, Cappozzo A, Catani F, Toksvig-Larsen S, Petitto A, Sforza V, et al. Validation of a functional method for the estimation of hip joint centre location. *J Biomech* 1999;32:99–103. [https://doi.org/10.1016/S0021-9290\(98\)00148-1](https://doi.org/10.1016/S0021-9290(98)00148-1).
- [81] Yergeau É. Étude sur la puissance statistique des devis de recherche en éducation. *Rev Sci Edu* 2009;35:199–221. <https://doi.org/10.7202/038735ar>.
- [82] calculateur d'intervalles de confiance (1) n.d.
- [83] Visual Analog Scale - an overview | ScienceDirect Topics n.d. <https://www.sciencedirect.com/topics/medicine-and-dentistry/visual-analog-scale> (accessed April 2, 2021).
- [84] Did the review authors report on the sources of funding for the studies included in the review? n.d.
- [85] Powers CM. The influence of abnormal hip mechanics on knee injury: A biomechanical perspective. *J Orthop Sports Phys Ther* 2010;40:42–51. <https://doi.org/10.2519/jospt.2010.3337>.
- [86] Nakagawa TH, Petersen RS. Relationship of hip and ankle range of motion, trunk muscle endurance with knee valgus and dynamic balance in males. *Phys Ther Sport* 2018;34:174–9. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2018.10.006>.
- [87] De Marche Baldon R, Serrão FV, Silva RS, Piva SR. Effects of functional stabilization training on pain, function, and lower extremity biomechanics in women with patellofemoral pain: A randomized clinical trial. *J Orthop Sports Phys Ther* 2014;44:240–51. <https://doi.org/10.2519/jospt.2014.4940>.
- [88] De Blaiser C, De Ridder R, Willems T, Vanden Bossche L, Danneels L, Roosen P. Impaired Core Stability as a Risk Factor for the Development of Lower Extremity Overuse Injuries: A Prospective Cohort Study. *Am J Sports Med* 2019;47:1713–21. <https://doi.org/10.1177/0363546519837724>.
- [89] Zazulak B, Hewett T, ... NR-... A journal of, 2007 undefined. Deficits in neuromuscular control of the trunk predict knee injury risk: prospective biomechanical-epidemiologic study. *JournalsSagepubCom* n.d.
- [90] Hewett TE, Torg JS, Boden BP. Video analysis of trunk and knee motion during non-contact anterior cruciate ligament injury in female athletes: Lateral trunk and knee abduction motion are combined components of the injury mechanism. *Br J Sports Med* 2009;43:417–22. <https://doi.org/10.1136/bjsm.2009.059162>.
- [91] Weiss K, Whatman C. Biomechanics Associated with Patellofemoral Pain and ACL Injuries in Sports. *Sport Med* 2015;45:1325–37. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0353-4>.
- [92] Haddas R, Hooper T, James CR, Sizer PS. Volitional Spine Stabilization During a Drop Vertical Jump From Different Landing Heights: Implications for Anterior Cruciate Ligament Injury. *J Athl Train* 2016;51:1003–12. [LAURO LILLO](https://doi.org/10.4085/1062-6050-</div><div data-bbox=)

51.12.18.

- [93] Concepts Fondamentaux en Statistique n.d. <https://www.statsoft.fr/concepts-statistiques/concepts-elementaires/concepts-fondamentaux-en-statistique.htm#p-level> (accessed April 6, 2021).
- [94] Cook CE. Clinimetrics Corner: The Minimal Clinically Important Change Score (MCID): A Necessary Pretense. J Man Manip Ther 2008;16:82E-83E. <https://doi.org/10.1179/jmt.2008.16.4.82e>.

7. Table des illustrations

FIGURE 1: MECANISMES DES CONTRAINTES SUR LES CARTILAGES FEMORO-PATELLAIRES	3
FIGURE 2: CONTRAINTES IMPOSEES A L'ARTICULATION FEMORO-PATELLAIRE. [19]	9
FIGURE 3 : ANGLE Q [22]	7
FIGURE 4: VALGUS PHYSIOLOGIQUE DE GENOU [27]	8
FIGURE 5 : IMAGE DANS LE PLAN FRONTAL. (A: AU CONTACT DE L'HALLUX AU SOL. B : AU MOMENT OU LE VALGUS DE GENOU EST AU MAXIMUM) [32].....	9
FIGURE 6: REPRESENTATION DANS LE PLAN FRONTAL DE LA CHUTE DU BASSIN CONTROLATERALE ET DE L'ADDUCTION DE HANCHE.	10
FIGURE 7: REPRESENTATION DANS LE PLAN SAGITTAL DE L'INCLINAISON DU TRONC VERS L'AVANT.	10
FIGURE 8: SCHEMA DYNAMIQUE POURVOYEUR DE SDFP	11
FIGURE 9 : LA STABILITE SPINALE SELON PANJABI [53].....	14
FIGURE 10 : COUPE TRANSVERSALE DE L'ANATOMIE MUSCULAIRE AU NIVEAU D'UNE VERTEBRE LOMBAIRE	16
FIGURE 11: DIAGRAMME DE FLUX SELON LE MODELE PRISMA 2009 [68]	25
FIGURE 12 : BOX PLOT DES MEDIANES DE LA NRS DU GROUPE EXPERIMENTAL ET DU GROUPE CONTROLE A TROIS MOMENTS (AVANT, APRES L'INTERVENTION ET 3 MOIS APRES)	33

8. ANNEXES

Annexe 1 : Kujala Anterior Knee Pain Scale

Annexe 2 : Échelle PEDro traduction française

Annexe 3 : Tableaux des caractéristiques des études incluses

Annexe 4 : Grille AMSTAR-2

Annexe 1 : Kujala Anterior Knee Pain Scale

KUJALA SCORING QUESTIONNAIRE

Name: Date: 04 20 21
First Last

Physician:

1. Limp:

- ☐ a) None
☐ b) Slight or periodic
☐ c) Constant

2. Support:

- ☐ a) Full support without pain
☐ b) Painful
☐ c) Weightbearing impossible

3. Walking:

- ☐ a) Unlimited
☐ b) More than 2 km
☐ c) 1-2 km
☐ d) Unable

4. Stairs:

- ☐ a) No difficulty
☐ b) Slight pain when descending
☐ c) Pain both when ascending and descending
☐ d) Unable

5. Squatting:

- ☐ a) No difficulty
☐ b) Repeated squatting painful
☐ c) Painful each time
☐ d) Possible with partial weightbearing
☐ e) Unable

6. Running:

- ☐ a) No difficulty
☐ b) Pain after more than 2 km
☐ c) Slight pain from the start
☐ d) Severe pain
☐ e) Unable

7. Jumping:

- ☐ a) No difficulty
☐ b) Slight difficulty
☐ c) Constant pain
☐ d) Unable

8. Prolonged sitting with knee flexed:

- ☐ a) No difficulty
☐ b) Pain after exercise
☐ c) Constant pain
☐ d) Severe pain
☐ e) Unable

9. Pain:

- ☐ a) None
☐ b) Slight and occasional
☐ c) Interferes with sleep
☐ d) Occasionally severe
☐ e) Constant and severe

10. Swelling:

- ☐ a) None
☐ b) After severe exertion
☐ c) After daily activities
☐ d) Every morning
☐ e) Constant

11. Abnormal painful kneecap movements:
(patellar subluxations)

- ☐ a) None
☐ b) Occasionally in sports activities
☐ c) Occasionally in daily activities
☐ d) At least one dislocation after surgery
☐ e) More than two dislocations

12. Atrophy of thigh:

- ☐ a) None
☐ b) Slight
☐ c) Severe

13. Flexion deficiency:

- ☐ a) None
☐ b) Slight
☐ c) Severe

Score 0

[Print Form](#)

[Submit](#)

Annexe 2 : Échelle PEDro traduction française

Échelle PEDro – Français

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

Annexe 3 : Tableaux des caractéristiques des études incluses

Effects of Functional Stabilization Training on pain, function, and lower Extremity Biomechanics in Women with Patellofemoral Pain: A Randomized Clinical Trial (Rodrigo de Marche Baldon ; Fabio Viadanna Serrao ; Rodrigo Scattone Silva ; Sara Regina Piva)	
Date	2014
Méthode	<u>Design</u> : Essais clinique randomisé <u>Qualité méthodologique</u> : Score PEDro 7/10
Objectifs	Comparer les effets d'un entraînement fonctionnel de stabilisation (FST) à un entraînement standard (ST) sur la douleur et la fonction du genou, la biomécanique du membre inférieur et du tronc, l'endurance musculaire du tronc et la force des muscles du genou et de la hanche chez les femmes présentant un SDFP.
Population	<u>Nombre de patientes incluses</u> : 31 femmes entre 18 et 30 ans, athlètes récréatives (au moins 30 min d'activité physique au moins 3 fois par semaine. <u>Critères d'inclusion</u> : - Femmes avec une douleur antérieure de genou d'au moins 3/10 à l'EVA depuis au moins 8 semaines - Douleur antérieure ou rétro-patellaire pendant au moins 3 des activités suivantes : Monter ou descendre les escaliers, squat, course, se mettre à genou, sauter et la station assise prolongée. <u>Critères d'exclusion</u> : - Pathologies intra-articulaires du genou - Instabilité patellaire - Atteinte des ligaments croisés ou collatéraux - Syndromes d'Osgood-Schlatter ou Sinding-Larsen-Johansson - Douleurs de hanche - Épanchement articulaire du genou - Chirurgie du membre inférieur - Si la palpation du tendon patellaire, de la bandelette ilio-tibial ou de la patte d'oie reproduit la douleur. <u>Moyenne d'âge</u> : 22 +/- 2,9 ans
Intervention	3 fois par semaine pendant 8 semaines. <u>Groupe expérimental (FST) (N=15)</u> : L'entraînement fonctionnel de stabilisation consiste en des exercices avec port de charge ou non pour augmenter la force des muscles du tronc et de la hanche. L'objectif principal des 2 premières semaines était d'augmenter le contrôle moteur du tronc et des muscles de la hanche en utilisant des exercices sans charges. Pour les 3 semaines suivantes, l'objectif était d'augmenter la force des muscles du tronc et de la hanche avec de la charge. Et pour les 3 dernières semaines, les patientes étaient éduquées pour réaliser des exercices avec les membres inférieurs alignés correctement dans le plan frontal et d'éviter une dominance du quadriceps. <u>Groupe témoin (ST) (N=16)</u> : L'entraînement Standard est composé d'étirement du mollet, des fléchisseurs plantaires de cheville, du quadriceps, de la bandelette iliotibial et aussi d'un programme de renforcement des quadriceps avec et sans poids.
Critères de jugement	<u>Primaires</u> : La douleur (EVA), la capacité physique (Lower Extremity Functional Scale (LEFS) et le Single-leg Triple hop test (SLTH)), l'amélioration subjective (Global rating of change scale (GRC))

	<u>Secondaires</u>: La Cinématique du tronc et des membres inférieurs (Single leg squat), l'endurance des muscles du tronc (side plank) et l'évaluation de la force excentrique.
Résultats	Diminution de la douleur à 3 mois et amélioration de la capacité fonctionnelle et l'amélioration subjective plus importante dans le groupe FST (expérimental) que dans le groupe ST (témoin) à la fin de l'intervention. Diminution de l'inclinaison homolatérale du tronc, de la chute du bassin controlatéral, de l'adduction de hanche et abduction de genou et meilleure antéversion du bassin et mouvements de flexion de hanche pendant le single-leg-squat uniquement dans le groupe FST après l'intervention. Seules les patientes du groupe FST ont une amélioration de la force excentrique des abducteurs de hanche et des fléchisseurs de genou, et une meilleure endurance des muscles antérieurs, postérieurs et latéraux du tronc.

Added Value of Isolated Core Postural Control Training on Knee Pain and Function in Women With Patellofemoral Pain Syndrome (Forouzan Foroughi ; Sobhan Sobhani ; Amin Kordi Yoosefinejad ; Alireza Motealleh)	
Date	2019
Méthode	<u>Design</u> : Essais clinique contrôlé randomisé <u>Qualité méthodologique</u> : Score PEDro 4/10
Objectifs	Évaluer la valeur ajoutée d'un entraînement isolé du contrôle postural du core sur la douleur et la fonction du genou chez les femmes atteintes de SFP.
Population	<u>Nombre de patientes incluses</u> : 33 femmes entre 18 et 30 ans <u>Critères d'inclusion</u> : - Femmes âgées de 18 à 30 ans - Douleur antérieure de genou uni ou bi latérale depuis les 3 derniers mois provoquée par au moins 2 de ces activités : station assise prolongée, monter ou descendre les escaliers, squatter, se mettre à genou, sauter ou courir - La douleur doit être d'au moins 3/10 à l'EN pendant la semaine précédant l'intervention - Douleur à la palpation des facettes patellaires médiales ou latérales - <i>Patellar grinding test</i> positif (Test de Clarke) - Femmes actives avec au moins 30 min d'activité physique par jour. <u>Critères d'exclusion</u> : - Femmes ayant eu des antécédents de pathologies du genou comme des atteintes des ménisques, ligaments ou tendons ont été exclues - Antécédents de subluxation ou dislocation de la patella, de pathologies du complexe lombo-pelvien - Antécédents de fractures de la colonne ou du membre inférieurs - Troubles neuromusculaires ou du métabolisme - Chirurgie du genou dans l'année précédente. <u>Moyenne d'âge</u> : 23.58 +/-2,06
Intervention	3 séances par semaine pendant 4 semaines. <u>Groupe expérimental (N=17)</u> : Les patients ont suivi un programme d'étirements et de renforcement associé à des exercices de stabilité du core en position assise avec une progression allant d'un diamètre de sphère élevé (55cm) à plus petit (22cm) pour augmenter la difficulté. <u>Groupe témoin (N=16)</u> : Les patientes ont suivi le même nombre de séances avec les mêmes exercices d'étirements et de renforcement (basé sur le quadriceps, les abducteurs de hanche, et les rotateurs latéraux).
Critères de jugement	<u>Primaires</u> : La trajectoire du centre de pression (CoP) pendant le contrôle postural en position assise, l'intensité de la douleur (EN) et les limitations fonctionnelles et douleur antérieure de genou (AKPS). <u>Secondaires</u> : L'intensité de la douleur et les capacités fonctionnelles ont été revu 3 mois après l'intervention.
Résultats	Amélioration significative sur la douleur, les capacité fonctionnelles et les trajectoires du CoP dans les deux groupes mais plus importante dans le groupe expérimental. Ce même groupe présente aussi de meilleurs résultats concernant la douleur et le score sur l'échelle AKPS à 3 mois comparé au groupe témoin.

Effectiveness of core muscle strengthening for improving pain and dynamic balance among female patients with patellofemoral pain syndrome (Chevidikunnan, Mohamed Faisal et al)	
Date	2016
Méthode	<u>Design</u> : Essais clinique randomisé <u>Qualité méthodologique</u> : Score PEDro 6/10
Objectifs	Déterminer les effets de l'entraînement neuromusculaire du tronc sur la douleur, l'équilibre et la performance chez les femmes atteintes de SDFP.
Population	<u>Nombre de patientes incluses</u> : 20 femmes entre 16 et 40 ans <u>Critères d'inclusion</u> : - Femmes avec une douleur antérieure de genou depuis au moins 4 semaines - Aggravée par au moins 2 des activités suivantes : sauter, courir, la station assise prolongée, monter les escaliers, se mettre à genou, squatter - Femmes actives (au moins 30 minutes par jour tous les jours de la semaine) - <i>Patellar grind test</i> positif - Score de la douleur doit être au moins à 3/10 (EVA). <u>Critères d'exclusion</u> : - Pathologies des ménisques, ligaments croisés ou collatéraux, n'importe quelle blessure intra-articulaire ou dommage cartilagineux - Faiblesse de la bandelette ilio-tibiale, du tendon patellaire ou de la patte d'oie - Test d'appréhension patellaire positif - Syndrome de Sinding-Larsen-Johanssen ou Osgood-Schlatter - Épanchement articulaire - Douleur de hanche ou dans la région lombaire reportée - Antécédent d'opération dans la région du genou, de la colonne vertébrale ou du membre inférieur - Prise d'AINS ou cortisone sur longue durée - Femmes enceintes - Athlètes qui participent à un sport spécifique au moins 2 heures par jours 3 fois par semaine de façon régulière. <u>Moyenne d'âge</u> : 23,3 +/-1,5 ans
Intervention	3 séances (de 30 à 45 minutes) par semaine pendant 4 semaines <u>Groupe expérimental (N=10)</u> : Ce groupe a suivi un programme de renforcement des muscles du core associé à un programme de kinésithérapie conventionnel. La séance commençait par un bref échauffement avec des exercices de renforcement du core de faible intensité pour préparer le système neuromusculaire à l'entraînement avec des charges, et finissait avec un programme de retour au calme avec des étirements dynamiques. L'entraînement incluait des <i>cross curl-up</i>, <i>side bridge</i> et <i>quadraped position</i>. <u>Groupe témoin (N=10)</u> : Ce groupe a suivi un programme de kinésithérapie conventionnel basé sur des études préliminaires qui suggère que les exercices en excentrique sont plus efficaces que ceux en concentrique. Ce programme comporte donc des exercices de renforcement du quadriceps, des abducteurs de hanche et des rotateurs externe en excentrique ; des exercices isométriques du quadriceps et des abducteurs de hanche et des étirements de la bandelette ilio-tibiale et des ischio-jambiers.

Critères de jugement	<u>Primaires</u> : la douleur (EVA) et l' équilibre dynamique (Star Excursion Balance Test : SEBT)
Résultats	Diminution de l'intensité de la douleur et amélioration de l'équilibre dynamique plus importante dans le groupe expérimental en comparaison avec le groupe témoin. Un programme de renforcement des muscles du core ajouté à un programme conventionnel semble avoir un intérêt sur la douleur et l'équilibre dynamique des patientes atteintes de SDFP.

Annexe 4 : Grille AMSTAR-2 en français

Tableau I. Traduction française de AMSTAR-2.

Items	Cotation
1	Est-ce que les questions de recherche et les critères d'inclusion de la revue ont inclus les critères PICO ?
2	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 ?
3	Les auteurs ont-ils expliqué leur choix de schémas d'étude à inclure dans la revue ?
4	Les auteurs ont-ils utilisé une stratégie de recherche documentaire exhaustive ?
5	Les auteurs ont-ils effectué en double la sélection des études ?
6	Les auteurs ont-ils effectuée en double l'extraction des données ?
7	Les auteurs ont-ils fourni une liste des études exclues et justifié les exclusions ?
8	Les auteurs ont-ils décrit les études incluses de manière suffisamment détaillée ?
9	Les auteurs ont-ils utilisé une technique satisfaisante pour évaluer le risque de biais des études individuelles incluses dans la revue ?
10	Les auteurs ont-ils indiqué les sources de financement des études incluses dans la revue ?
11	Si une méta-analyse a été effectuée, les auteurs ont-ils utilisé des méthodes appropriées pour la combinaison statistique des résultats ?
12	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 ?
13	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 ?
14	Les auteurs ont-ils fourni une explication satisfaisante pour toute hétérogénéité observée dans les résultats de la revue, et une discussion sur celle-ci ?
15	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 ?
16	Les auteurs ont-ils rapporté toute source potentielle de conflit d'intérêts, y compris tout financement reçu pour réaliser la revue ?

Résumé :

Introduction : La littérature étudie depuis des années le syndrome fémoro-patellaire, son étiologie complexe et multifactorielle. Il en découle que certains déficits musculaires, notamment de la musculature du core, favoriseraient la survenue et/ou l'entretien de ce syndrome. Une bonne stabilité de ce complexe et un bon contrôle moteur du core pourraient avoir un intérêt dans la rééducation ou la prévention de ce syndrome.

Objectifs : L'objectif de cette revue de littérature était de rassembler les études scientifiques récentes disponibles de nos jours, afin d'approfondir nos connaissances sur l'intérêt ou non d'une rééducation ciblée sur le core dans la rééducation du SDFP chez la femme active.

Méthodologie de recherche : Les bases de données Pubmed, Cochrane Library, PEDro et Google scholar ont été consultées jusqu'en février 2021. Trois essais cliniques randomisés ont été inclus et l'échelle PEDro a permis d'évaluer le risque de biais.

Résultats et analyses : Dans cette revue, les critères de jugements étaient : la douleur, les limitations fonctionnelles et la cinématique du tronc, du bassin et des membres inférieurs. Ces critères ont été étudiés dans une population de 115 femmes, pratiquant une activité physique de façon régulière. Un entraînement ciblant le contrôle des muscles du core semble avoir un intérêt sur ces trois critères.

Discussion : Le faible nombre de patientes incluses et la qualité modérée des études incluses impose la prudence lors de l'interprétation des résultats et de leur applicabilité sur une population plus grande. Des études supplémentaires portant sur de plus grand échantillons semblent nécessaire afin de prouver leur réelle applicabilité.

Mots clés : Syndrome fémoro-patellaire, contrôle moteur du core, douleur antérieure de genou, limitations fonctionnelle, cinématique, femmes actives.

Abstract :

Background : Literature studied since many years the femoro-patellar pain syndrome (FPS), its complex etiology and multifactorial. It's seems that some motor impairment, especially from core muscles, would encourage the onset and/or the maintenance of this syndrome.

Objectives : The aim of this review was to gather recent and available scientific studies, in order to broaden our knowledge about the interest or not of a core rehabilitation for active women with FPS.

Methods : The Pubmed, Cochrane Library, PEDro and Google scholar database were consulted until February 2021. 3 randomized clinical trials were included and the PEDro scale assess the risk of bias.

Results and analysis : In this review, the outcomes were: pain, functional capacity and trunk, pelvis and lower limbs kinematics. These criteria were studied in 115 woman who participated in regular physical activity. A core muscle training seems to be an effective way to improve those outcomes.

Discussion : The small number of patients included in this review and the moderate quality of included trials require attention for the interpretation of results and the applicability on a bigger population. Studies on larger samples seem necessary to prove the real applicability of these results.

Keywords: femoro-patellar pain syndrome, core muscle control, anterior knee pain, functional limitation, kinematics, active women.