MINISTÈRE DE LA SANTÉ
RÉGION LORRAINE
INSTITUT LORRAIN DE FORMATION EN MASSO-KINÉSITHÉRAPIE DE NANCY

Faut-il renforcer les muscles abducteurs de hanche dans le syndrome fémoro-patellaire ?

Mémoire présenté par Christelle ARNOULD
étudiante en 3ème année de masso-kinésithérapie
en vue de l'obtention du Diplôme d'État de Masseur-Kinésithérapeute
2014-2015

SOMMAIRE

RÉSUMÉ
1. INTRODUCTION 1
2. METHODE DE RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE 2
3. ANATOMIE ET BIOMECANIQUE 3
3.1. Anatomie : interactions entre la hanche et le genou 3
3.2. Biomécanique et contraintes fémoro-patellaires 5
3.2.1. Stabilité fémoro-patellaire 5
3.2.2. Biomécanique fémoro-patellaire 5
3.2.3. Contraintes fémoro-patellaires et syndrome fémoro-patellaire 7
3.2.4. Différences entre les hommes et les femmes 8
4. LE SYNDROME FEMORO-PATELLAIRE 10
4.1. Définition 10
4.2. Epidémiologie 11
4.3. Les facteurs couramment impliqués dans le syndrome fémoro-patellaire 11
4.4. Les structures causant la douleur 12
4.5. Classification 13
4.6. Les recommandations dans le traitement du syndrome fémoro-patellaire 13
5. LE RENFORCEMENT DES ABDUCTEURS DE HANCHE DANS LE SYNDROME FEMORO-PATELLAIRE 14
5.1. Les différences de cinématique, de force et d'activité musculaire entre des sujets sains et des sujets présentant un syndrome fémoro-patellaire 14
5.1.1. Les différences de cinématique de la hanche 14
5.1.2. Les différences de force musculaire des muscles de la hanche 16
5.1.3. Relation entre la force musculaire de la hanche et la cinématique du segment fémoral 18
5.1.4. Les données de l'électromyographie (EMG) 19
5.2. Les différents protocoles de renforcement et leurs effets 21
5.2.1. Renforcement isolé de la hanche 21
5.2.2. Renforcement de la hanche en opposition à un renforcement du quadriceps 22
5.2.3. Renforcement classique combiné à un renforcement de hanche 23

5.2.4. Renforcement musculaire : augmentation de la force maximale ou de l'endurance ? 24
6. DISCUSSION 25
6.1. Vers une prise en charge plus globale du MI dans le syndrome fémoro-patellaire 25
6.2. Mauvaise cinématique de hanche et déficits de force : facteurs de risque ou conséquence du syndrome fémoro-patellaire 27
6.3. Une efficacité démontrée plutôt chez les femmes 27
6.4. Le renforcement musculaire des abducteurs de hanche est-il à préconiser dans la prise en charge d'un syndrome fémoro-patellaire ? 28
7. CONCLUSION 30
BIBLIOGRAPHIE
ANNEXES

RÉSUMÉ

Le syndrome fémoro-patellaire est une pathologie fréquente du membre inférieur, touchant préférentiellement les femmes et les sportifs, notamment ceux qui pratiquent la course. La littérature montre les difficultés de définir ce syndrome puisque l'appellation fémoro-patellaire désigne en fait toutes les douleurs péri- ou rétro-patellaire pour lesquelles aucune atteinte structurelle (bourses, ligaments, tendons) n'a été diagnostiquée. Certains facteurs sont couramment associés à cette pathologie tel un mauvais équilibre musculaire, un déficit de force du quadriceps, une augmentation du valgus du genou mais également des facteurs proximaux comme une adduction/rotation médiale excessive du segment fémoral ou encore un déficit de force des muscles abducteurs et rotateurs latéraux de hanche.

Comme il existe des muscles bi-articulaires, en plus d'un programme de rééducation classique (focalisé sur le genou), le kinésithérapeute devrait incorporer un programme de renforcement de hanche permettant une diminution de la douleur et une amélioration de la fonction plus rapides et plus importantes. Cependant, du fait de l'hétérogénéité des résultats trouvés dans la littérature après un renforcement musculaire de la hanche et du manque de diversité des populations étudiées (majoritairement féminines), l'établissement d'un bilan diagnostic kinésithérapique pour chaque individu reste le meilleur moyen de définir un programme adapté. Le renforcement musculaire de la hanche représente un des outils permettant de mener à bien une rééducation du syndrome fémoro-patellaire.

Mots clés : cinématique, hanche, renforcement, syndrome fémoro-patellaire.

Key words : kinematic, hip, strengthening, patellofemoral pain syndrome.

1. INTRODUCTION

Selon une étude de 2011 [1], le syndrome fémoro-patellaire (SFP) toucherait un peu plus de 37 personnes sur 10 000. C'est une pathologie fréquente du membre inférieur (MI), notamment chez les personnes actives et chez les femmes [2], et la plus fréquemment diagnostiquée lors d'une atteinte du genou [3]. Elle évolue vers un mode chronique dans 70 à 90% des cas [2,4].

Le SFP appartient au groupe des douleurs antérieures de genou. Il est diagnostiqué lorsque le sujet présente des douleurs péri- et/ou rétro-patellaires qui ne sont ni d'origine articulaire, tendineuse ou ligamentaire. Elles sont souvent déclenchées lors d'activités comme l'accroupissement, la montée et/ou descente d'escaliers ou la position assise prolongée [5].

Étant une pathologie multifactorielle, différentes stratégies rééducatives ont été proposées. Depuis les années 1980 jusqu'au début des années 2000, la prise en charge était plutôt axée sur un renforcement du quadriceps et notamment du vaste médial oblique (VMO) pour lutter contre la translation latérale de la patella [4]. Mais des études ont montré que le VMO ne pouvait pas être préférentiellement activé et les résultats quant à l'efficacité de son renforcement étaient mitigés [6]. De plus en plus d'études se sont tournées vers la cinématique de la hanche chez les patients présentant un SFP [7,8, 9-15]. Elles ont montré une tendance à l'augmentation de l'adduction (ADD) et de la rotation médiale (RM) de hanche chez les patients SFP par rapport à des patients sains. Cette malposition de la hanche va augmenter le valgus physiologique et par conséquence augmenter la latéralisation de la patella et le stress patellaire.

Suite à ces investigations, depuis une quinzaine d'années, les chercheurs se sont tournés vers une origine proximale du SFP. Ils se sont intéressés principalement aux muscles abducteurs (ABD) et rotateurs latéraux (RL) de hanche (activation musculaire, force, action sur le segment fémoral) et à l'intérêt de leur renforcement dans la diminution des symptômes.

L'objectif de ce mémoire sera, dans un premier temps, de synthétiser les différents éléments anatomiques, biomécaniques et pathomécaniques pouvant être mis en cause dans le SFP. Nous définirons ensuite ce syndrome, ainsi que les différents facteurs impliqués dans cette pathologie multifactorielle. Pour finir, nous nous intéresserons au renforcement des

muscles abducteurs de hanche et ses effets sur le SFP pour tenter de savoir si cette stratégie rééducative est efficace et donc nécessaire dans la prise en charge de cette pathologie.

2. METHODE DE RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

Différentes bases de données (Pubmed, Science Direct, PEDro, Googlescholar, Scopus, HAS) ont été interrogées, en incluant et combinant plusieurs mots clés tels que : patellofemoral pain syndrome (syndrome fémoro-patellaire), anterior knee pain (douleur antérieure du genou), hip (hanche), hip strengthening (renforcement de la hanche), hip abductor (abducteurs de hanche), gluteus medius (moyen fessier), proximal kinematics (cinématique proximale).

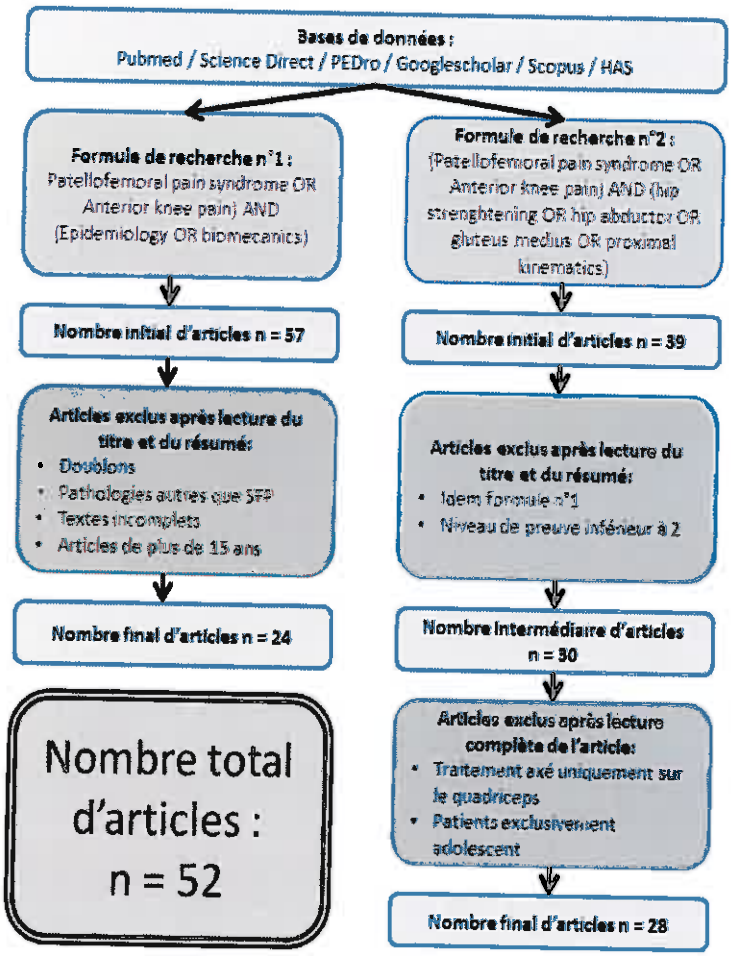

Figure 1 : Méthode de recherche bibliographique

Deux critères différents ont été pris en compte pour la bibliographie. Pour l'anatomie, la biomécanique, la pathomécanique, les définitions, l'épidémiologie où les articles ne présentent pas de niveaux de preuve, nous les avons retenus en fonction de leur intérêt. Pour la partie s'intéressant à proprement parler au renforcement des ABD de hanche SFP (Fig 1), nous n'avons inclus que les méta-analyses, les revues de littérature, les essais contrôlés randomisés et les études de cohortes (niveaux de preuve 1 et 2 ; grades A et B selon la HAS).

3. ANATOMIE ET BIOMECANIQUE

3.1. Anatomie : interactions entre la hanche et le genou

La hanche et le genou sont les articulations proximale et intermédiaire du MI, respectivement. Chacune de ces articulations possède des muscles qui lui sont propres (muscles mono-articulaires), et elles en partagent d'autres (muscles bi-articulaires). L'anatomie proprement dite sera peu développée, toutefois, quelques éléments essentiels pour la compréhension du SFP seront cités.

La hanche est une énarthrose, c'est une articulation portante, de type sphéroïde et congruente, ce qui lui donne une certaine robustesse et une stabilité dite passive. Pour être fonctionnelle, cette articulation doit présenter une qualité essentielle : la stabilité [16]. Dans le cadre de cette revue, nous nous focaliserons plutôt sur la stabilité dite active, c'est-à-dire celle qui est régie par les muscles, notamment les muscles dits « mono-articulaires », permettant également sa mobilité dans les 3 plans de l'espace (tab. I) [17].

Tableau I : les muscles «mono-articulaires» de la hanche et leurs actions principales.

Muscles	Ilio –Psoas	Moyen fessier	Grand Fessier	Petit Fessier	Pelvis-trochantériens	Adducteurs
Actions statiques	Stabilisation antérieure de la hanche	Stabilisation latérale du bassin	/	Stabilisation de la hanche	Stabilisation de la hanche Sustentation du bassin	/
Actions dynamiques (hanche)	Flexion	Abduction	Extension Rotation latérale	Flexion Abduction	Rotation latérale	Adduction (+/- Rotation médiale)

Remarque : le muscle gracile (adducteur) est bi-articulaire mais réalise les mêmes actions au niveau de la hanche. Dans certaines études, les muscles petit/moyen/grand fessiers et le TFL peuvent être rassemblés sous le terme de deltoïde fessier.

Le genou est un ensemble de deux articulations (fémoro-patellaire, fémoro-tibiale) associées à l'articulation tibio-fibulaire supérieure. Il est soumis à de grandes forces car placé entre deux longs bras de leviers. Asservi aux contraintes mécaniques engendrées par la hanche et la cheville, il est souvent lésé. Il existe un valgus physiologique au niveau du genou, permettant d'économiser les translations latérales du centre de gravité lors de la marche.

Le SFP résulte d'une dysfonction de l'articulation entre la patella (os sésamoïde enchevêtré dans le vaste tendon quadricipital) et la trochlée fémorale. Cette articulation est de type ginglyme : la patella va s'engager dans le rail trochléen du fémur lors de la flexion.

La partie articulaire de la patella se trouve au deux tiers supérieurs de sa face postérieure et elle est recouverte de cartilage. Elle présente 2 facettes séparées par une crête verticale, la facette latérale étant plus large et plus concave transversalement. [2] Elle répond à la trochlée fémorale, se situant à la partie inféro-antérieure de l'extrémité distale du fémur, également cartilagineuse. Contrairement à la patella, elle présente une gorge verticale et deux joues, la latérale étant plus large, plus haute et plus saillante que la médiale offrant ainsi une parade osseuse à la luxation latérale et une surface d'appui plus grande. Ceci va permettre une meilleure répartition des pressions, ce qui est essentiel au maintien de l'intégrité de l'articulation.

Il existe également des muscles bi-articulaires qui vont ponter les 2 articulations et qui, par leurs contractions, vont engendrer des mouvements différents au sein de celles-ci (tab. II).

Tableau II : les muscles « polyarticulaires » entre la hanche et le genou

Muscles	TFL	Droit fémoral	Ischio-jambiers	Gracile	Sartorius
Actions à la hanche	Fléchisseur Abducteur Rotation médiale	Flexion Stabilisation (plaquage tête humérale)	Extension légère	Adduction	Flexion Abduction Rotation latérale
Actions au genou	Rotation latérale	Extension	Flexion + Rotation latérale OU rotation médiale	Flexion Rotation médiale	Flexion Rotation médiale

Le quadriceps est un muscle important à étudier dans le SFP puisque les fibres de chacun de ses chefs se terminent sur la patella, avec des orientations et donc des angles de traction différents. Par l'orientation de ses fibres, lors de sa contraction, le quadriceps aura tendance à tracter la patella vers le dehors. Il n'y a que la contraction du VMO qui réalisera un ressort de rappel luttant contre ce déplacement latéral. De plus, les fibres terminales du droit fémoral s'insèrent sur la tubérosité tibiale antérieure.

Les ischio-jambiers (IJ) et le muscle droit fémoral (DF) pontent tous deux les articulations de la hanche et du genou, les uns en arrière et l'autre en avant. Ils sont donc dits antagonistes mais lors d'un travail en synergie, ils vont permettre l'extension couplée de la hanche et du genou et ainsi la station érigée propre à l'Homme, grâce à leurs bras de leviers inversés au niveau de chaque articulation. C'est ce qu'on appelle le paradoxe de Lombard et ce couplage va leur permettre de rester en course moyenne au cours des mouvements de

flexion/extension, c'est-à-dire dans leur secteur de force [16]. Le quadriceps est un muscle très étudié dans cette pathologie, mais le SFP peut être dû à un déséquilibre musculaire, il est donc important de considérer les deux antagonistes et non un seul. Dans l'étude isocinétique de Hamdoun-Kahlaoui et al. [18], une faiblesse musculaire des fléchisseurs du genou a été retrouvée dans 72,22% des cas, alors que seulement dans 47,22% des cas pour le quadriceps. Ce résultat renforce l'idée de la nécessité de ne pas se focaliser uniquement sur le quadriceps. De plus, cette étude a montré un déséquilibre musculaire chez 86,11% de ces patients. Un ratio IJ/quadriceps supérieur ou égal à 0.6, dans une population d'athlètes a été défini comme une balance musculaire équilibrée, et on parle de déséquilibre s'il est inférieur à 0.6 [19].

3.2. Biomécanique et contraintes fémoro-patellaires

3.2.1. Stabilité fémoro-patellaire

La patella étant un os mobile, elle doit être stabilisée pour éviter les luxations. En analysant les forces de tractions qui s'exercent sur elle, notamment à cause du genu valgum physiologique, la patella a plutôt une tendance à migrer vers le dehors. C'est pourquoi les éléments assurant sa stabilité (plans osseux, ligamentaire, musculaire ...) vont s'organiser pour empêcher ce déplacement latéral. Cette tendance est plus importante genou en rectitude, elle va tendre à disparaître en flexion du fait qu'il existe une rotation médiale tibiale associée [16].

En effet, il existe une saillie osseuse plus importante au niveau de la berge latérale de la surface patellaire, un rétinaculum patellaire médial plus large, plus fort et plus constant et une musculature médiale qui servira de rappel, composée du VMO et des rotateurs médiaux.

3.2.2. Biomécanique fémoro-patellaire

L'articulation fémoro-patellaire peut être considérée comme un train sur une voie ferrée : la patella représente ce train et l'incisure trochléaire le rail qu'elle doit emprunter. Physiologiquement, lors des mouvements de flexion/extension du genou, elle va se déplacer de bas en haut le long de celui-ci [20], en réalisant des mouvements d'inclinaisons, de rotations et de translations médiales/latérales [5].

Dans la littérature, on rencontre souvent le terme de «patellar tracking» ou «cinématique patellaire». Elle sera déterminée par les forces statiques et dynamiques agissant sur la patella, la congruence des surfaces de l'articulation fémoro-patellaire et l'alignement et la biomécanique des membres inférieurs [5]. La cinématique patellaire physiologique se divise en trois phases [4] :

- genou en extension : la patella est en translation latérale et en bascule latérale, elle n'est pas engagée dans la trochlée et est maintenue essentiellement grâce aux différents chefs du quadriceps
- genou en flexion de 0° à 30° : la patella n'est pas encore stabilisée dans la trochlée et les rétinaculum ne sont pas encore en tension. C'est une zone d'instabilité latérale où s'observe cette mauvaise cinématique patellaire typique du SFP (translation latérale et bascule latérale en début de flexion de genou, puis translation médiale).
- A partir de 30° de flexion de genou, la patella va être guidée par la trochlée et stabilisée par les éléments péri-patellaires.

Dans le plan frontal, le centre de la patella est au sommet d'un angle formé par l'axe du tendon quadricipital (TQ) et l'axe du tendon patellaire (TP) (fig. 1). Cet angle est appelé angle Q et il mesure en moyenne 20°. Plus cet angle va augmenter, plus la force tractant la patella vers le dehors va être importante. Cette force est appelée la résultante (R). Pendant la flexion, il tend à se fermer grâce à la RM associée entraînant un déplacement médial de la tubérosité tibiale antérieure [16].

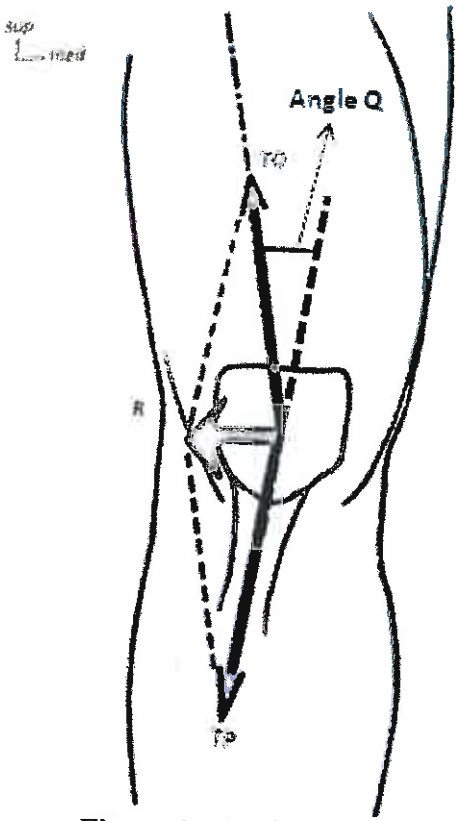

Figure 1 : Angle Q et sa résultante (R)

Dans le plan sagittal : lors de la flexion du genou, les contraintes entre la patella et le fémur vont augmenter car le centre articulaire s'éloigne de la ligne gravitaire d'une part et d'autre part, le

quadriceps va venir s'enrouler autour de la patella qui s'abaisse : une pression d'appui et un glissement en frottement vont s'associer [16] (fig. 2).

Cet os sésamoïde a donc deux rôles majeurs : augmentation du bras de levier du muscle quadriceps permettant une augmentation importante de la force d'extension du genou et structure anti-frottements. Pour que la patella puisse les assurer sur le long terme, il va falloir contenir ces contraintes dans une marge acceptable c'est-à-dire assurer une bonne répartition des pressions sur les facettes patellaires, éviter les positions très fléchies, génératrices d'une usure du cartilage excessive [17] et veiller au bon alignement du membre inférieur.

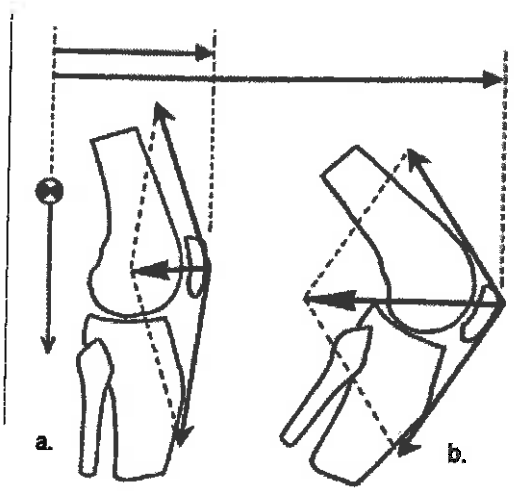

Figure 2 : les contraintes fémoro-patellaires en charge, en extension (a) et en flexion (b) de genou.

Il est aussi fondamental de comprendre que la biomécanique fémoro-patellaire ne dépend pas uniquement de la biomécanique du genou mais également des facteurs proximaux (notamment la hanche) et distaux (pieds et chevilles) [6,7].

3.2.3. Contraintes fémoro-patellaires et syndrome fémoro-patellaire

Le SFP résulte le plus souvent d'une dysfonction mécanique de la cinématique patellaire : pour reprendre l'analogie du train, c'est lorsque celui-ci n'arrive plus à suivre correctement le rail [20]. Cela va entrainer des différences de répartition de pression au niveau des surfaces osseuses et causer par la suite des douleurs. Ce mécanisme est souvent appelé dans la littérature «stress fémoro-patellaire». Il est définit par la force appliquée rapportée sur la surface mise en jeu [5].

La plupart du temps, du fait de la situation de la patella (3.2.1.), une hyperpression va se créer au niveau du compartiment latéral. Cela peut même aller, dans les cas extrêmes, jusqu'à la luxation latérale. Cette augmentation de pression latérale sera d'autant plus grande que la flexion de genou sera importante : c'est pour cela que ce sont les exercices ou activités

en flexion de genou (position accroupie, assise prolongée, montée / descente des escaliers…) qui sont sollicités dans les tests de diagnostics du SFP.

Mais la biomécanique fémoro-patellaire n'est pas le seul facteur pouvant être mis en cause. En effet, il a été démontré dans plusieurs études [7,8, 9-15] qu'une cinématique de la hanche anormale, c'est-à-dire une ADD/RM excessive du segment fémoral était délétère. Cette malposition de la hanche entraine une augmentation du valgus physiologique et donc une augmentation de l'angle Q. Les forces latérales exercées sur la patella vont augmenter : on aura une latéralisation de la patella avec augmentation du stress patellaire. Dans l'étude de Noehren et al. [7], il a été démontré, sur une population de coureurs, que les participants ayant développé un SFP au cours des deux ans de suivi de l'étude, présentaient une mécanique similaire avec une augmentation significative de l'ADD de hanche. Par contre, les résultats concernant la RM de hanche et l'éversion du pied ne sont pas significatifs.

3.2.4. Différences entre les hommes et les femmes

Dans de nombreuses études portant sur le renforcement des abducteurs de hanche dans le SFP, des populations exclusivement féminines ont été analysées. Cela est dû à divers facteurs : incidence de la pathologie plus élevée, force inférieure, augmentation de l'adduction de hanche…

Selon une étude de 2010 [2], l'incidence du SFP est plus importante pour les femmes (33/1000 personnes/an) que pour les hommes (15/1000 personnes/an), c'est-à-dire qu'une femme à 2.23 fois plus de chance de développer cette pathologie qu'un homme. Bien qu'elle ne soit pas significativement différente, la prévalence de ce syndrome a tendance à être également plus élevée pour les sujets féminins (15.3%) que pour les sujets masculins (12.3%). Cette étude a été faite dans une population peu représentative de la population générale (nouvelles recrues de l'armée, plus de sujets masculins que féminins), mais c'est une des seules qui compare les valeurs d'incidence et de prévalence entre les genres.

Ces différences plutôt importantes entre hommes et femmes peuvent s'expliquent par plusieurs facteurs biomécaniques et anatomiques, notamment par l'alignement du MI dans le plan frontal. L'étude de Willy et al. [21] compare la biomécanique dynamique du MI entre les hommes et les femmes. Les résultats sont significatifs et montrent que les hommes courent avec une ADD de hanche moins importante et une ADD de genou plus grande, c'est-à-dire

plus en varus que les femmes, qui elles ont une tendance au valgus. L'augmentation de l'ADD de hanche chez les femmes est aussi retrouvée lors de la réalisation d'un squat à 60° de flexion de genou. Ces résultats suggèrent que selon le genre, une intervention kinésithérapique différente est nécessaire et aussi que le renforcement des ABD de hanche serait plutôt intéressant pour des sujets féminins que pour des sujets masculins. Au contraire, dans l'étude de Dwyer et al. [22], l'ADD de hanche est identique chez les hommes et les femmes lors d'un squat, d'une position de chevalier servant ou de montée/descente de marche. Ces différences peuvent être dues au fait que dans la première étude, nous avons à faire à une population de coureurs, alors que dans la deuxième, l'activité des sujets n'est pas spécifiée. De plus, dans la première, la consigne est de réaliser un squat jusqu'à 60° de flexion du genou alors que la suivante demande de descendre au maximum et de remonter sans perdre l'équilibre. Or plus la flexion de genou est importante, plus le contrôle et la force musculaire nécessaires sont importants. Dans les cas où ils ne seraient pas suffisants, une augmentation de l'ADD de hanche pourrait être observée.

Au niveau de la force musculaire, les femmes auraient un MI plus faible et notamment une faiblesse des ABD de hanche [23]. Cette diminution de force chez les femmes serait corrélée avec une augmentation du valgus de genou lors de la réception d'un saut [23], et par extension pendant la course. Elle peut s'expliquer notamment par une différence anatomique : les femmes ont une augmentation du ratio largeur du bassin/longueur du fémur [21,23], ce qui positionnerait la hanche plus en ADD et augmenterait le valgus de genou. La conséquence au niveau musculaire est une augmentation du bras de levier des ABD de hanche entrainant une diminution de leur capacité à produire une force. La différence de démarche entre les genres va également dans ce sens (fig. 3). La démarche masculine se fait plutôt en inclinaison globale du corps accompagnant les variations du centre de gravité alors que dans la démarche féminine, il y a une tendance à garder l'axialité de la ligne de marche en ne translatant que le bassin, en faisant une saillie alternative des hanches.

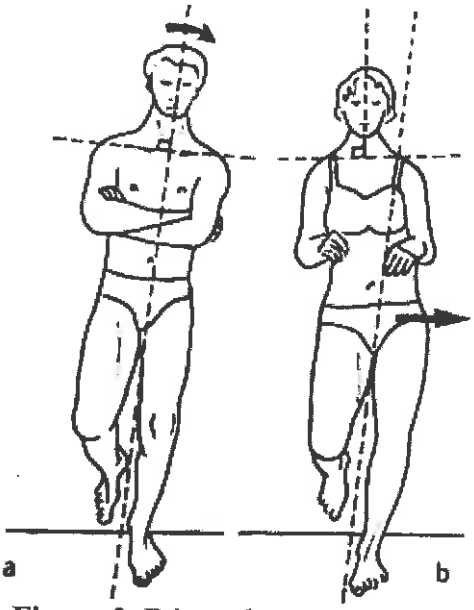

Figure 3. Démarche masculine (a) et démarche féminine (b).

D'après Dufour [16].

Cette tendance féminine de la pathologie a entrainé de nombreuses études portant uniquement sur des sujets de sexe féminin. Mais la division hommes/femmes ne peut pas totalement se faire au niveau biomécanique. En effet, il y a des hommes présentant un SFP qui courent en ADD excessive de hanche par rapport à l'ADD moyenne de femmes ayant cette même pathologie, et inversement des femmes qui courent avec une ADD diminuée comparée à la moyenne d'ADD des hommes [21]. Donc bien qu'il y ait des différences importantes trouvées entre les hommes et les femmes, la mécanique du MI pendant la course n'est pas exclusivement sexe-dépendant. Cela montre l'importance d'une analyse individualisée pour chaque patient présentant un SFP.

4. LE SYNDROME FEMORO-PATELLAIRE

4.1. Définition

Le SFP est une pathologie faisant partie du groupe des «douleurs antérieures du genou» et il en est d'ailleurs une cause courante [20]. Il est à différencier des autres pathologies incluses dans cette terminologie telles que l'arthrose fémoro-patellaire, la chondromalacie, les tendinites patellaires et quadricipitales, les bursites... L'absence de cause spécifique après un examen clinique conduira à l'appellation de SFP. La douleur est localisée au niveau péri- et rétro-patellaire et souvent qualifiée de diffuse par les patients. Les personnes atteintes de SFP peuvent également décrire des sensations de craquement.

Cette pathologie doit son nom au fait qu'elle est caractérisée par un certain nombre de symptômes, différents et variés, notamment la douleur et l'instabilité patellaire. C'est pourquoi le terme «syndrome» est tout à fait approprié. De plus, elle touche l'articulation fémoro-patellaire, sans distinction entre une lésion fémorale ou patellaire, d'où l'appellation «syndrome fémoro-patellaire» [24]. Il est encore parfois appelé «syndrome rotulien».

C'est un syndrome plutôt difficile à gérer du fait de sa nature multifactorielle, où des structures osseuses et non osseuses sont mises en cause et influencent l'interaction biomécanique qui existe entre le patella et la trochlée fémorale [6]. Pour réaliser un diagnostic précis, il faudra avoir une anamnèse approfondie et une évaluation clinique du patient. Mais encore aujourd'hui, les étiologies du SFP ne sont pas clairement définies. Dans de nombreuses études, le patient est considéré comme ayant un SFP s'il réunit une ou plusieurs des conditions suivantes :

- ne présente aucune autre pathologie incluse dans les douleurs antérieures de genou
- douleur ressentie à la palpation péri-patellaire ou lors d'une pression sur la patella
- douleur exacerbée dans une ou plusieurs des activités suivantes : s'agenouiller, station assise prolongée, montée/descente des escaliers …
- avoir une EVA au moins égale à 3/10 avant l'inclusion à l'étude et depuis un certain temps (de quelques semaines à plusieurs mois selon les études).

A long terme, les douleurs antérieures de genou présentes à l'adolescence et chez les jeunes adultes peuvent entrainer une prédisposition au développement d'arthrose fémoro-patellaire dans leur vie future [25].

4.2. Epidémiologie

Le SFP est l'une des pathologies les plus fréquentes du MI (estimé entre 25 et 43% en consultation de médecine du sport [16]). C'est le diagnostic le plus fréquent chez les adolescents et adultes ayant une lésion du genou [3]. Dans l'étude de Wood et al. [1], la prévalence des «troubles de l'articulation fémoro-patellaire» est de 53 pour 10 000 personnes, et le sous-groupe des «douleurs antérieures de genou» (excluant ici les tendinites, les bursites, les chondromalacies et l'arthrose du genou) représente de loin la catégorie la plus fréquente de ces troubles (37,2/10000) c'est-à-dire 71%. Il touche préférentiellement les femmes et la prévalence la plus élevée a été retrouvée chez les femmes entre 15 et 29 ans, avec un taux de 61/10 000 [1].

C'est une pathologie très présente chez les athlètes, la plus fréquente des coureurs [21], du fait de la répétitivité des mouvements réalisés, mais elle affecte également les personnes sédentaires. Il y a 9% des jeunes athlètes et 15% des recrues militaires ont une douleur fémoro-patellaire [5]. Cette pathologie va évoluer vers un mode chronique dans 70 % à 90 % des cas [4].

4.3. Les facteurs couramment impliqués dans le syndrome fémoro-patellaire

Il est souvent difficile de déterminer si ces facteurs sont les causes ou les conséquences du SFP et l'importance de leur rôle dans la pathologie. Malgré cela, de nombreux facteurs sont associés à cette pathologie. Parmi eux, nous pouvons citer : une augmentation de la

valeur de l'angle Q (les avis diffèrent selon les études), une augmentation de l'angle du sillon trochléen (norme = 138° [6]), une force maximale d'extension de genou diminuée, des forces d'ABD et de RL de hanche maximales diminuées [3], une latéralisation de la tubérosité tibiale antérieure déterminée sur radiographie par l'augmentation de la distance entre la tubérosité tibiale antérieure et l'incisure trochléaire (norme 12 mm) [6], mais également un recrutement et une chronologie anormaux des muscles quadriceps et IJ, une mauvaise retenue des tissus mous médiaux patellaires entrainant une mobilité latérale patellaire trop importante, une réduction de la longueur et de la flexibilité des tissus mous latéraux patellaires, un contrôle et une stabilité anormale de la hanche, une mauvaise posture du pied, des anomalies de la morphologie osseuse de la trochlée ou encore une hypoextensibilité des IJ et/ou des gastrochnémiens [6,25]. Cela montre bien l'étiologie multimodale du SFP et l'importance d'une prise en charge globale du MI.

Dans leur revue de littérature de 2012, Pappas et al. [26] ont réalisé une méta-analyse de sept études traitant les facteurs prédictifs, c'est-à-dire les facteurs augmentant la probabilité de développer un SFP. Selon celle-ci, les variables apparaissant comme les plus suggestives pour prédire la survenue d'un SFP sont une hypoextensibilité des gastrochnémiens et du quadriceps, une faiblesse des extenseurs du genou et un valgus excessif au cours de la réception d'un saut (valgus dynamique). Une étude récente [7] a montré qu'une ADD excessive de hanche lors de la course était propice au développement de cette pathologie et qu'une correction préventive pourrait limiter son apparition. Un certain nombre de tests ont été répertoriés permettant de mettre en évidence chacun des facteurs de risque du SFP pour faire un diagnostic préventif [25]. Bien que toutes les blessures ne puissent pas être évitées, ces études suggèrent que les praticiens peuvent tenter d'avoir une action préventive, dans le but de diminuer l'incidence de cette pathologie et/ou de limiter sa sévérité [25].

Contrairement à ce que l'on pourrait penser, les variables anthropométriques telles que la taille, le poids, l'indice de masse corporelle et la longueur des membres inférieurs n'apparaissent pas comme un facteur de risque [26].

4.4. Les structures causant la douleur

Toutes les structures (ligaments, rétinaculum, os) peuvent être en souffrance dans le SFP et provoquer une douleur. Elle peut être causée par l'augmentation du stress de l'os sous-

chondral dû à l'augmentation du stress de l'articulation ou de lésions cartilagineuses de la patella et/ou de la partie distale du fémur [25]. Le SFP peut également être lié à une diminution du flux sanguin pulsatile. L'ischémie tissulaire résultant de forces mécaniques qui réduisent le débit artériel pendant une flexion passive du genou de 20 à 90° peut être une cause ou une conséquence de la douleur associée à cette pathologie [25].

4.5. Classification

Pour aider les praticiens à mieux cerner le SFP et dans le but de proposer un traitement adapté à chaque patient, des classifications ont été créées. Il en existe plusieurs, différentes selon les pays et les auteurs, mais aucune n'est acceptée universellement, ni même au niveau national.

Witvrouw et al. [24] considèrent l'origine du SFP soit comme un « déficit musculaire » ou bien comme une « mauvaise cinématique patellaire » («maltracking») et insistent sur l'importance de connaître cette origine pour optimiser le traitement. Ils proposent également un protocole pour réaliser un examen clinique «type» permettant d'affilier les patients dans ces deux catégories.

Dans un article plus récent, Dejour et Mercado [27] proposent une classification en trois groupes : « les instabilités rotuliennes objectives », « les instabilités rotuliennes subjectives » et « les syndromes rotuliens douloureux » avec des indications thérapeutiques plutôt chirurgicales pour le premier groupe et non chirurgicales pour le dernier.

Au niveau kinésithérapique, la classification de Witvrouw et al. est plus intéressante car elle inclue les patients dans un groupe de déficiences à traiter. Cependant, dans les différentes études analysées ci-après, aucune d'entre elles ne réalise un programme individualisé ou ciblé sur les déficits propres à chaque patient. Quelques-unes essaient d'adapter les intensités par rapport aux capacités de ceux-ci, ce qui peut être une bonne chose mais au risque de créer des biais dans l'étude.

4.6. Les recommandations dans le traitement du syndrome fémoro-patellaire

Les recommandations pour le SFP n'étant pas disponibles sur le site de l'HAS, nous avons regardé les traitements majoritairement étudiés pour le traitement de cette pathologie.

Depuis les années 1980, le gold standard de la prise en charge du SFP est le renforcement du VMO du quadriceps, afin de lutter contre la subluxation latérale de la patella lors de la flexion de genou. Mais des études récentes comparant un renforcement spécifique du VMO par rapport à un renforcement global du quadriceps n'ont montré aucune différence sur la douleur antérieure de genou et d'autres études affirment qu'il n'est pas possible d'objectiver un renforcement individuel du VMO [6].

Dans leur revue de la littérature, Smith et al. [6] ont décrit les actes utilisés de nos jours dans la gestion des douleurs antérieures de genou et de l'instabilité fémoro-patellaire. Parmi les interventions non-chirurgicales, ils ont cités : des exercices (renforcement du quadriceps, du VMO, des muscles fessiers, des RL, proprioception, étirements), le taping, l'électrothérapie, les attelles, les orthèses plantaires, l'acupuncture… Chacune ayant plus ou moins fait ses preuves dans la littérature.

Aujourd'hui, il est plutôt préconisé d'avoir une approche plus globale dans la prise en charge de cette pathologie. Ces dernières années, avec les progrès des moyens d'investigations biomécaniques et neuromusculaires, de nombreuses recherches se sont tournées vers le renforcement des muscles ABD de la hanche dans le SFP [4].

5. LE RENFORCEMENT DES ABDUCTEURS DE HANCHE DANS LE SYNDROME FEMORO-PATELLAIRE

5.1. Les différences de cinématique, de force et d'activité musculaire entre des sujets sains et des sujets présentant un SFP

5.1.1. Les différences de cinématique de la hanche

De nombreuses études ont tenté de mettre en évidence le fait qu'il existe des variations de cinématique au niveau de la hanche chez des sujets présentant un SFP comparativement à des sujets sains. Le but de ces études est de prouver que ces différences peuvent être à l'origine du SFP. Les mouvements de hanche mis en cause sont l'ADD et la RM, résumées parfois sous le terme de «medial collapse» ou «effondrement interne». Mais les résultats obtenus ne permettent souvent pas de conclure quand à une origine ou une conséquence de cette pathologie. Cependant, Meira et al. [9] ont cité une étude prospective réalisée sur 1500 participants, indiquant une augmentation de la RM lors de la réception d'un saut chez des sujets qui, plus tard, ont développé un SFP. Ils concluront qu'il existe un lien entre la position

de la hanche et le SFP. Il est à noter que les sujets inclus sont majoritairement des femmes, âgées de 18 à 45 ans, ce qui va limiter l'extrapolation des résultats à une population plus hétérogène.

En ce qui concerne la RM de hanche, les études montrent des résultats hétérogènes pendant des activités fonctionnelles telles que la marche (rapide/lente), la course, la montée d'escaliers… (ANNEXE I). Nous observons deux types de résultats :

- pas de différences significatives lorsque l'on compare la RM de hanche entre les sujets sains et les sujets SFP [10, 14]. Cette conclusion a été faite lors des activités de marche lente, marche rapide et descente des escaliers;
- augmentation de la RM de hanche chez les sujets SFP par rapport aux sujets sains [12, 13, 15]. Elle est retrouvée lors de la marche, la descente de marche et lors de tâches plus intenses comme la course ou la réalisation d'un saut vertical.

Les auteurs respectifs de ces études ont émis l'hypothèse que plus la difficulté de la tâche à réaliser était importante, moins les sujets atteints d'un SFP réussiraient à contrôler l'alignement de leur MI, entrainant ainsi une augmentation de la RM de hanche. Bolgla et al. [10] évoquent également le fait que les patients, ayant des symptômes chroniques, ont pu de ce fait ajuster leurs mouvements pour diminuer leur douleur. Les contradictions observées pour les deux études comparant la descente de marche et les deux études comparant la marche peuvent s'expliquer par une méthodologie différente, du matériel différent (capteurs) ou encore par la population étudiée (sportive/non active). Malgré la signification statistique de ces résultats, les écarts de RM (et d'ADD) observés entre les deux groupes sont parfois faibles, d'où la question d'une signification clinique.

Les résultats retrouvés pour l'ADD de hanche peuvent se diviser en deux groupes identiques : pas de résultats significatifs ou augmentation de l'ADD de hanche (ANNEXE 1). Les mêmes hypothèses que précédemment peuvent être soutenues.

Certaines études ont obtenues des résultats surprenant qui suggèrent que les patients présentant un SFP adoptent des stratégies de compensation pour suppléer le déficit de force des ABD de hanche ou encore pour diminuer la douleur.

Par exemple, il y a deux études [11, 15] qui ne retrouvent pas d'augmentation de l'ADD de hanche au cours de l'effort dans le groupe des sujets ayant un SFP alors qu'elle augmente dans le groupe contrôle. Dierks et al. [11] postulent que les coureurs SFP choisissent peut-être d'éviter une trop grande ADD et ainsi n'augmentent pas la charge sur

l'articulation du genou [11]. Mais Noehren et al. [15] présument que l'absence de changement au niveau de la mécanique de la hanche peut entrainer, à chaque mouvement, des pressions sur les mêmes structures de l'articulation fémoro-patellaire, générant à plus ou moins long terme des douleurs.

Dans l'étude de Dierks et al. [11], la moitié des sujets du groupe SFP avaient un mouvement d'abduction de hanche au cours de la première moitié de la phase d'appui. En inspectant les données, ils se sont rendu compte que, tandis que le fémur restait en ADD par rapport à la verticale, il y avait une élévation controlatérale du bassin. C'est cette élévation qui donnait l'impression d'une abduction de hanche. Elle a pu être secondaire à une inclinaison du tronc homolatérale à la jambe d'appui, en compensation d'une faiblesse des muscles ABD de hanche et/ou dans le but de diminuer la douleur. Cette hypothèse est soutenue par l'étude de Noehren et al. [13], qui a trouvé une tendance ($p=0.071$) à la diminution de l'inclinaison controlatérale du tronc dans le groupe des patients SFP.

L'étude de Salsich et al. [14] émet l'hypothèse que la vitesse d'exécution d'une tâche pourrait être un facteur important influençant la mécanique articulaire par augmentation de la sollicitation musculaire. Si le sujet n'est pas capable de répondre à de plus grandes accélérations segmentaires, il ne pourra pas contrôler de manière optimale les différentes articulations mises en jeu ce qui entrainera une mécanique différente. Elle suggère également que l'effondrement médial observé peut-être plus évident chez des patients ayant des symptômes plus importants.

5.1.2. Les différences de force musculaire des muscles de la hanche

La position du fémur tendant vers la RM et l'ADD chez les patients atteints d'un SFP, les chercheurs se sont demandé s'il n'existait pas de déficits de force musculaire au niveau de la hanche de ces patients, notamment chez les ABD et RL.

En comparant les résultats de sept études de cohorte [10-12,28-31], nous observons qu'elles concluent toutes à une diminution significative de la force des ABD de hanche chez les sujets symptomatiques par rapport aux sujets sains (ANNEXE II). Sur ces sept études, il y en a deux [28,30] qui s'intéressent à la différence de force des six groupes musculaires de la hanche sur le membre en souffrance en opposition au membre sain chez les patients présentant un SFP unilatéral. Là encore, elles concluent toutes deux à une faiblesse

significative des ABD de hanche du côté symptomatique. Les résultats indiquent également qu'il existe une plus grande asymétrie de force de la hanche entre les deux membres inférieurs d'un sujet SPF, en opposition à un sujet sain. Pour donner quelques chiffres, la faiblesse ABD de hanche a été estimée entre 15 et 27% et celle des RL de hanche entre 16 et 30%. [10,29], les différences observées étant probablement dues aux méthodologies variées utilisées (stabilisation du dynamomètre et du sujet, position de la hanche, temps de repos…). Les trois revues de la littérature [9,32,33] traitant ce sujet sont arrivées aux mêmes conclusions. L'une d'entre elles a classé cette faiblesse musculaire en groupes de «preuve forte» à «absence de preuve» [32]. Il existe une «preuve moyenne» quant au déficit de force des ABD et RL de hanche du membre lésé par rapport au membre sain chez les patients SFP et une «preuve forte» lorsque ce membre lésé est comparé au groupe asymptomatique.

Les muscles ABD de hanche mis en cause ne sont pas décrits individuellement, mais les résultats suggèrent que, en plus du moyen fessier qui est le principal muscle de l'abduction, la faiblesse du grand fessier pourrait être aussi impliquée (diminution significative de la force des RL dans 5 études sur 7, et de la force en extension dans 4 études sur 6). Cependant, il n'y a qu'un seul article [11] qui traite à la fois des hommes et des femmes, les âges moyens des sujets sont inférieurs à 25 ans dans 4 études sur 7 et globalement inférieurs à 30 ans.

Ces résultats supportent la théorie qu'une faiblesse des muscles proximaux (notamment les ABD de hanche) est associée au SFP. Certaines études suggèrent que cette diminution de force peut être due à une diminution du nombre et de l'intensité des entrainements, lorsqu'il s'agit de sujets sportifs [28,29]. Mais dans l'étude de Magalhães et al., les sujets symptomatiques et asymptomatiques étaient sédentaires [30]. Ici, ce n'est donc pas une diminution des activités sportives qui a entrainé cette faiblesse mais l'hypothèse peut être faite, que c'est simplement une diminution des activités de la vie quotidienne. Il est aussi envisageable que les personnes ayant un SFP avaient déjà des faiblesses musculaires avant le développement de cette pathologie. Un renforcement musculaire de la hanche, en association avec d'autres traitements classiques, pourrait amener un meilleur contrôle fémoral et diminuer le potentiel d'apparition du SFP. L'étude de Cichanowski et al. [28] conclut que les ABD et les RL de hanche pourraient jouer un rôle plus crucial dans le développement du SFP. Mais cette conclusion est relativisée par la recherche de Magalhães et al. qui suggère la nécessité de

renforcer tous les muscles de la hanche dans cette population pour éviter les déséquilibres musculaires [30].

5.1.3. Relation entre la cinématique du segment fémoral et la force musculaire de la hanche

Après avoir observé une diminution de force des muscles de la hanche chez des patients ayant un SFP, certains auteurs se sont demandé si cette faiblesse musculaire était responsable de la cinématique en ADD et RM du segment fémoral et si un renforcement pouvait palier à cela.

Dans l'étude de Bolgla et al. [10], les sujets inclus dans le groupe SFP présentaient une diminution de force des ABD et RL de hanche par rapport aux sujets sains alors qu'ils avaient une ADD et une RM fémorales similaires lors de la descente d'un escalier. Cela montre qu'une faiblesse de hanche n'est pas forcément associée à une cinématique de hanche ou de genou altérée. Ils ont également suggéré que la tâche était facile à réaliser et qu'une activité plus intense aurait pu entrainer une cinématique anormale. Les résultats de Souza et al. [12] ont montré une diminution significative de la force des ABD et extenseurs de hanche dans le groupe SFP par rapport aux sujets sains, mais uniquement une augmentation de la RM maximale lors de la course, d'un saut et d'une descente de step. Ils en ont déduit que la diminution de force en extension était due au grand fessier, qui est également un rotateur latéral de hanche. Cette faiblesse du grand fessier aurait contribué à une augmentation de la RM au cours de ces différentes tâches. L'ADD a augmenté mais de manière non significative, ils ont suggéré que cela était dû à une compensation par une inclinaison homolatérale du tronc, faisant croire à une abduction fémorale. Une autre étude n'a montré aucun résultat significatif quant à la relation entre la force des RL de hanche et la RM de hanche [11].

Selon deux études récentes (2009-2011), dont [34], citées par Noehren et al. [7], le renforcement des muscles de la hanche ne conduirait pas à une amélioration de la mécanique de la hanche pendant la course. En effet, malgré les augmentations importantes de la force de la hanche, la mécanique pendant la course n'a pas été modifiée [34]. Ferber et al. [35] n'ont pas trouvés non plus de modifications de l'angle du genu valgum malgré un renforcement significatif. Cependant, une relation forte a été montrée entre la diminution de force des ABD de hanche et une augmentation de l'ADD de hanche lorsque les muscles sont fatigués, comme

après une course prolongée [11]. Il est à noter que Willy et al. [34] n'ont pas obtenu de modifications de cinématique pendant la course après leur protocole de renforcement alors qu'ils ont eu une diminution de l'ADD, de la RM et de la chute du bassin controlatéral pendant un squat unipodal, après un programme de renforcement de la hanche associé à un travail neuromusculaire. Ils ont suggéré que des interventions neuromusculaires spécifiques à chaque activité pourraient entrainer de meilleurs résultats au niveau de la biomécanique qu'un renforcement de la hanche. Mais comme la course et le squat unipodal ne nécessitent pas les mêmes niveaux de contrôle musculaire, l'hypothèse peut être formulée que l'activité analysée différente a entrainé ces résultats hétérogènes. Il faudrait réaliser une étude comparant un renforcement de la hanche et un renforcement de hanche associé à un travail neuromusculaire dans une tâche identique pour confirmer cette suggestion.

L'étude de Ferber et al. [35] a enregistré la variabilité du genu valgum «pas à pas» lors de l'épreuve de course. Au départ, le groupe SFP avait une variabilité plus importante que le groupe contrôle et cette variabilité a diminué à la suite du protocole de renforcement de la hanche. D'un point de vue clinique, la supposition peut être faite qu'après un programme de renforcement de la hanche, il y a une augmentation de la force de la hanche qui devrait être concomitante avec la restauration d'un modèle de mouvement plus conforme et une diminution de la douleur.

Les études cherchant une relation entre une faiblesse musculaire de la hanche et une cinématique anormale donnent des résultats mitigés. Lors d'activités de la vie quotidienne avec des muscles non fatigués, même s'il existe un déficit de force de hanche, le contrôle musculaire pourrait être suffisant pour maintenir une cinématique de la hanche similaire chez des sujets SFP par rapport à des sujets sains. De plus, le renforcement musculaire de la hanche n'apparait pas comme une solution adaptée pour palier à une mauvaise cinématique fémorale.

5.1.4. Les données de l'électromyographie (EMG)

L'électromyographie peut être un bon outil pour objectiver un déficit de force musculaire mais va également nous donner des informations sur d'autres variables qu'il est intéressant d'analyser dans le cadre d'un SFP telles que : le déclenchement de la contraction musculaire, la durée de cette contraction, le niveau d'activation maximal et le niveau d'activation moyen.

Dans le cadre de cette pathologie, les muscles concernés par les EMG réalisés sont principalement les muscles fessiers (grand et moyen), et le quadriceps avec un intérêt particulier porté sur les chefs VMO et vaste latéral (VL). Nous avons recueillis et synthétisés les résultats obtenus de trois études prospectives [36,37,38] qui ont réalisé des EMG chacune lors d'une tâche différente : la course, se pencher en avant en appui unipodal et la montée/descente des escaliers (Annexe III).

En ce qui concerne le moyen fessier, deux études sur trois [36,38] ont rapporté que le déclenchement de l'activation de ce muscle était plus tardif chez les patients atteints d'un SFP que chez les patients sains. De plus, leurs résultats montrent que la durée de cette contraction est plus courte chez les patients pathologiques que pour le groupe contrôle. Cela suggère qu'il existe un recrutement neuromusculaire altéré du muscle moyen fessier chez les patients présentant un SFP même lors d'activités de la vie quotidienne telle que la montée d'un escalier. Ces constats évoquent également l'idée que lors d'une prise en charge visant à améliorer la cinématique de la hanche, il ne faudrait pas se concentrer sur un renforcement pur du moyen fessier, mais penser aussi à instaurer un travail proprioceptif. La troisième étude n'a trouvé aucune différence significative lors de la comparaison de ces deux groupes. En revanche, les auteurs ont décidé de diviser le groupe des patients présentant un SFP en deux : «absence ou faibles douleurs après exercice» et «fortes douleurs après exercice», grâce à une EVA. Les patients ayant une EVA basse, suite à cet exercice, ont eu une diminution significative de l'activation du moyen fessier en comparant les valeurs avant et après l'exercice. Dans leur revue de littérature, Barton et al. [39] ont qualifié ces conclusions en fonction du niveau de preuve : l'activité musculaire du moyen fessier et retardée et de plus courte durée pendant la course (peu de preuves) et pendant la montée/descente des escaliers (preuve modérée à forte) chez les personnes atteintes d'un SFP.

Les disparités observées dans les conclusions de ces études peuvent être dues au nombre relativement faible de participants. De plus, les tâches comparées n'étant pas les mêmes, le moyen fessier n'est pas sollicité de manière identique dans la réalisation de ces activités. Reinman et al. [40] ont répertorié, sur la base de 13 études, différentes activités et le niveau d'activation des muscles moyen et grand fessiers qui leur est associé. Leur travail nous permettra d'instaurer une progression lors d'une intervention visant à améliorer l'activation musculaire, en passant de tâches ayant un «faible niveau d'activation» en début de prise en charge, jusqu'aux tâches à «très haut niveau d'activation» en fin de session.

L'étude de Souza et al. [12] montre une augmentation de l'activation du grand fessier chez les femmes présentant un SFP par rapport au groupe contrôle au cours de la course et de la descente de marche. Elle a associé ce résultat au fait qu'il y avait une diminution de la force des extenseurs de hanche et une augmentation de RM de hanche pour suggérer que les sujets SFP ont tenté de recruter le grand fessier dans le but de contrôler cette RM excessive. Elle n'a en revanche pas eu de résultats significatifs pour le moyen fessier, peut-être à cause de mécanismes de compensation.

5.2. Les différents protocoles de renforcement et leurs effets

5.2.1. Renforcement isolé de la hanche

Cinq études (une étude de cohorte [35] et quatre essais contrôlés randomisés [34,41,42,43]) s'intéressant à un renforcement isolé de la hanche dans le SFP ont été recensées : deux s'interrogeant sur les modifications biomécaniques [34,35] et trois sur la diminution de la douleur et de la fonction suite à ce renforcement [41,42,43]. Une revue de la littérature a synthétisé les résultats de trois des articles précédents quant aux effets des exercices proximaux dans le traitement du SFP [44]. Chacun d'entre eux a reporté qu'une intervention ciblant les muscles de la hanche entrainait une diminution significative de la douleur (autoévaluée sur une Echelle Visuelle Analogique) et une amélioration de la fonction. Cependant, comme montré précédemment (5.1.3.), il apparait qu'un renforcement de la hanche seul dans le SFP ne permettrait pas de modifier la biomécanique symptomatique du genou.

Quatre études [35,41,42,43] ont recueilli des informations sur la douleur par l'intermédiaire d'une EVA. Leurs résultats indiquent une diminution de la douleur en post-intervention, les interventions durant entre 3 et 8 semaines. Deux d'entre elles [41,43] ont analysé les changements du niveau de douleur 6 mois après leur protocole de renforcement de la hanche et là encore, la douleur était diminuée de manière significative par rapport à avant l'intervention. De manière quantitative, les réductions de la douleur étaient comprises entre 43 et 70% en post-intervention, certains patients ayant même été libérés totalement de leurs douleurs. Trois études sur les quatre [35,41,43] ont eu une diminution cliniquement importante de la douleur, c'est-à-dire qu'il y a eu un changement d'au moins 2 cm sur l'EVA.

Les changements dans la fonction ont été analysés grâce à des scores fonctionnels : le Western Ontario and McMaster Universities (WOMAC) [41,43] et le Lower Extremity Functional Scale (LEFS) [42] dans 3 études. Le WOMAC est un questionnaire d'auto-évaluation de l'état de santé sur 96 points : douleur sur 20, raideur sur 8 et fonction physique sur 68, le score étant inversement proportionnel à l'état de santé. Le LEFS est composé de 20 questions sur l'habileté de la personne à réaliser les tâches de la vie quotidienne. Le score maximum est de 80 et il indique une fonction normale. Toutes les études ont obtenu des résultats en faveur d'une amélioration de la fonction (diminution du score WOMAC et augmentation du score LEFS), cette amélioration étant cliniquement importante.

5.2.2. Renforcement de la hanche en opposition à un renforcement du quadriceps

Deux études ont comparé les différences d'évolution de la douleur et de la fonction, chez des patients présentant un SFP, suite à un renforcement du quadriceps ou un renforcement des muscles ABD et RL de hanche [42,43].

Chacune a obtenu une diminution des scores de l'EVA plus importante dans le groupe de renforcement de la hanche que dans celui du quadriceps à la fin du protocole de renforcement de 4 ou 8 semaines respectivement. Selon l'étude de Khayambashi et al. [43], cette diminution de la douleur est restée supérieure dans le groupe de la hanche lors de l'évaluation à 6 mois post-intervention, malgré une diminution significative de la douleur dans le groupe du quadriceps. Dans l'étude de Dolak et al. [42], la douleur n'a pas diminué dans le groupe du quadriceps contrairement à la précédente. Ces divergences des résultats peuvent être dues aux exercices réalisés, à leur intensité (résistance plus ou moins élevée), au nombre de répétitions et au nombre de séances par semaine. Après les protocoles de renforcement assignés au quadriceps ou à la hanche, Dolak et al. ont poursuivi leur intervention en réunissant les deux groupes pour des exercices fonctionnels de mise en charge et d'équilibre pendant 4 semaines. A la suite de ces exercices, il n'y avait plus d'écart entre les scores de l'EVA des deux groupes.

En ce qui concerne l'évolution de la fonction après ces protocoles, les résultats sont mitigés. Selon l'étude de Kahyambashi et al., les scores WOMAC étaient plus faibles dans le groupe de renforcement de la hanche que dans celui du quadriceps en post-intervention et à 6 mois de suivi, ce qui équivaut à une meilleure fonction. Or, les scores LEFS sont similaires

dans les deux groupes de renforcement dans l'étude de Dolak et al. en post-intervention. Ces différences peuvent être dues au fait que la fonction n'a pas été évaluée grâce au même test ou encore une fois aux exercices effectués et leurs conditions de réalisation.

5.2.3. Renforcement classique combiné à un renforcement de hanche

Cela fait une quinzaine d'année seulement que l'effet du renforcement des muscles de la hanche, notamment les ABD et les RL, est étudié. Avant, le traitement était orienté vers un renforcement du quadriceps, et du VMO préférentiellement.

Dans des essais cliniques randomisés récents, les effets d'un renforcement du genou ont été comparés aux effets d'un renforcement de genou identique associé à un renforcement de la hanche [45,46,47]. Suite aux résultats des recherches antérieures, ces auteurs ont fait l'hypothèse que le groupe associant hanche et genou aurait de meilleurs résultats fonctionnels et soulageraient plus la douleur que le groupe s'intéressant uniquement au genou. Les résultats ont été résumés dans l'ANNEXE IV.

La douleur mesurée sur une EVA a eu une diminution plus importante dans le groupe associant les 2 exercices que dans le groupe de renforcement du quadriceps. Ce résultat est significatif dans deux études [45,47], la dernière confirme une diminution des scores EVA mais non significative ($P>0.05$), sauf pour la douleur lors de la descente des escaliers. Cependant dans cette étude, les changements de la douleur n'ont présenté une différence minimale cliniquement importante (-2cm sur l'EVA) que dans le groupe d'exercices combinés. L'hypothèse faite a donc été vérifiée dans ces trois études et elle se vérifie également à long terme puisque l'étude de Fukuda et al. [47] montre les mêmes résultats à douze mois post-intervention.

Les effets sur la fonction ont également été comparés dans les deux études de Fukuda et al., l'une s'intéressant aux effets à court terme [46] tandis que l'autre aux effets à long terme [47]. Malgré un protocole similaire pour les effets à court terme (4 semaines et 3 mois respectivement), la première étude n'a pas trouvé d'amélioration significative de la fonction ni pour le LEFS, ni pour l'Anterior Knee Pain Scale (AKPS) ni pour le test de saut. Contrairement, la deuxième a obtenus de meilleurs résultats dans le groupe d'exercices combinés pour chacune de ces évaluations. Ces différences de résultats peuvent être dues à la précocité de l'évaluation dans la première étude (4 semaines) par rapport à la seconde (3

mois.). Cependant, l'étude de Fukuda et al. de 2010 montre tout de même que la différence minimale cliniquement significative n'est dépassée que dans le groupe de renforcement du genou associé aux exercices de la hanche pour l'AKPS et l'EVA.

Dans leur essai contrôlé randomisé, Ismail et al. [48] ont choisi de comparer un protocole d'exercices en chaine cinétique fermée à ce même protocole associé à un renforcement isolé de la hanche. Ils ont conclu que l'ajout d'un renforcement des ABD et des RL avait plus d'effet sur la diminution de la douleur et l'amélioration de la fonction. Tout comme Nakagawa et al., ils ont évalué le moment de force maximum des ABD et RL de hanche avant et après le protocole de renforcement pour les deux groupes grâce à un dynamomètre isocinétique. Les deux études ont conclu qu'il n'y avait pas de différence significative de force entre les groupes que ce soit avant ou après les exercices. L'amélioration de la douleur et de la fonction dans le groupe d'exercices ayant eu un renforcement classique combiné à un renforcement de la hanche n'est pas associée à une augmentation significative du moment de force maximal des muscles de hanche. L'hypothèse d'un meilleur contrôle moteur de la hanche peut être évoquée. Elle est soutenue par le fait qu'il y ait eu une augmentation significative du signal EMG du moyen fessier en post-intervention dans le groupe d'exercices combinés, qui n'a pas été retrouvée dans le groupe de renforcement du quadriceps [45].

Il est à noter que deux études sur quatre ont été réalisées sur des sujets mixtes (2 femmes pour 1 homme) et que les résultats observés étaient similaires.

5.2.4. Renforcement musculaire : augmentation de la force maximale ou de l'endurance ?

Il existe peu d'étude s'intéressant aux problèmes d'endurance dans le SFP. Cependant, certains résultats obtenus dans des recherches portant sur le moment de force maximal et la cinématique de la hanche laissent penser que ces variations biomécaniques de la hanche pourraient devenir plus prononcées avec la fatigue [9,11]. Par exemple, une étude nous montre qu'il existe une relation forte entre la diminution de la force des ABD de hanche et l'augmentation de l'ADD de hanche chez les patients ayant un SFP à la fin d'une course prolongée et qui n'existait pas en début de course [11]. Cela suggère que les muscles ABD de

hanche, fatigués par un exercice de course, n'ont plus réussi à atteindre un seuil de force suffisant pour permettre un contrôle correct de la hanche.

La force des muscles ABD et RL de hanche a eu une diminution proportionnelle entre le groupe SFP et le groupe contrôle avant et après l'exercice de course. Cependant, le groupe SFP a couru en moyenne dix minutes de moins que le groupe contrôle, la diminution de force a, probablement, eu lieu plus rapidement dans le groupe SFP [11]. Cette suggestion est soutenue par l'étude de Noehren et al. [15], car les sportives avec SFP ont indiqué un score de fatigue de BORG significativement plus élevé que les sportives saines. Cette différence de perception de la fatigue a eu lieu au moment où le groupe SFP a eu une douleur significative donc la douleur a pu contribuer à un niveau de perception de l'effort plus important.

La revue de la littérature de Van Cant et al. [33] a consacré un paragraphe à l'endurance des muscles de la hanche dans le SFP. Deux études ont évalué cette endurance à l'aide d'un dynamomètre isocinétique, l'une pour les extenseurs de hanche et l'autre pour les ABD et RL. Les résultats sont mitigés : l'endurance des extenseurs de hanche est inférieure dans le groupe SFP en comparaison avec le groupe de sujets sains dans la première alors qu'il n'y a aucune différence significative pour l'endurance des ABD et RL dans la seconde.

Dans la discussion de leur revue de la littérature, Prins et al. [32] ont suggéré que les déficits d'endurance musculaire peuvent être une cause importante dans le développement du SFP et que les muscles de hanche des sujets ayant un SFP auraient peut-être un plus grand déficit en endurance qu'en force [32]. Le fait que cette pathologie soit fréquente dans les sports d'endurance va dans ce sens. Mais pour Van Cant et al. [33], datant d'octobre 2014, la question d'un manque ou non d'endurance musculaire chez les patients SFP reste sans réponse.

6. DISCUSSION

6.1. Vers une prise en charge plus globale du MI dans le SFP

Avant le début du XXIème siècle, la prise en charge du SFP était axée uniquement sur la zone douloureuse avec un renforcement des muscles du genou [4]. Comme les études anatomiques et biomécaniques ont observé une latéralisation importante de la patella chez les sujets ayant un SFP, le renforcement du VMO semblait être un traitement de choix et a fait l'objet de nombreuses recherches. Cependant, il existe des preuves contradictoires suggérant

que le VMO ne peut pas être activé préférentiellement [6]. De plus, comme le montre Bennell et al. [49], le renforcement spécifique du VMO donnerait les mêmes résultats qu'un renforcement global du quadriceps en ce qui concerne la force du quadriceps et la chronologie d'activation du VMO par rapport au VL.

Les recherches biomécaniques se sont généralisées en suggérant la possibilité que la cinématique du genou ne serait pas la seule mise en cause dans le SFP, mais qu'une mauvaise cinématique proximale et/ou distale pourrait aussi être incriminée [7,8, 9-15]. Concernant la hanche, ces études ont montré une ADD/RM excessive du segment fémoral chez les sujets présentant un SFP. A partir de ces conclusions, de nombreuses études se sont intéressées au renforcement des muscles de la hanche, notamment ABD et RL, dans la prise en charge de cette pathologie.

Du fait de la difficulté à définir et donc à diagnostiquer le SFP (4.1.), de son origine multifactorielle (4.3.) et des mécanismes mal compris de ce syndrome, il n'est pas aisé de généraliser les résultats des études et de proposer une évaluation clinique et un traitement type. Pour un individu donné ayant un SFP, il y a quantité de facteurs qui peuvent jouer sur son développement (facteurs au niveau de la hanche, du genou, de la cheville/facteurs osseux, ligamentaires, musculaires). De plus, les résultats concernant la biomécanique de la hanche diffèrent également selon l'activité réalisée par le patient : marche, course, montée/descente des escaliers…

Il apparait donc évident que la prise en charge doit être individualisée pour chaque sujet, avec un bilan diagnostic kinésithérapique intégrant une évaluation du MI dans sa globalité, en charge, en décharge, en statique et en dynamique. Dans des études futures, il serait intéressant d'inclure des sujets ayant au moins une étiologie commune comme dans celle de Willy et al. [34], qui ont décidé de n'inclure que les femmes ayant une mécanique anormale de la hanche. En analysant les causes de manière individualisée, un traitement plus adapté pourrait être proposé. Cependant, il convient de noter que la forme et la taille de la patella et de la rainure trochléenne (facteurs osseux) sont des facteurs limitants et non modifiables par une action kinésithérapique [25].

6.2. Mauvaise cinématique de hanche et déficits de force : facteurs de risque ou conséquence du SFP

La majorité des études s'intéressent à une condition avant et après un traitement donné chez des patients présentant déjà un SFP au départ de l'intervention, elles ne peuvent pas déterminer si cette condition est à l'origine ou est une conséquence de cette pathologie.

Une revue de la littérature de 2012 [26] a répertorié sept études incluant des patients étant asymptomatiques lors de l'enregistrement des données initiales et ayant développé un SFP au cours du suivi prospectif. Suite à leur méta-analyse, elle conclut que parmi les facteurs suivants : déficit de force des extenseurs du genou, données anthropométriques, angle Q, nombre de répétitions assis/debout, et genu valgum maximal, seul le déficit de force des extenseurs du genou était un facteur prédictif significatif du SFP. Une autre étude de 2013 [7] a montré qu'une adduction excessive de hanche lors de la course chez des femmes sportives était un facteur prédictif du SFP. D'autres études de ce genre devraient être menées dans un échantillon plus représentatif de la population générale pour savoir si l'ADD et la RM de hanche excessives devraient être considérés comme des facteurs de risque.

Comme il existe des facteurs de risques d'apparition d'un SFP, le kinésithérapeute peut jouer un rôle curatif mais aussi préventif. Ces rôles préventif et curatif sont d'autant plus importants que les patients ayant un SFP chronique ont plus de chance d'avoir de l'arthrose de genou dans leur vie future [21].

6.3. Une efficacité démontrée plutôt chez les femmes

Sur les 22 études portant sur le rôle des facteurs proximaux dans le SFP [10-15, 28-31, 34-38, 41-43, 45-48], que ce soit au niveau de la force, de la biomécanique, de l'activité musculaire, de la douleur ou de la fonction, il y en a 15 comportant uniquement des sujets féminins et 7 ayant une population mixte (environ 2 femmes pour 1 homme donc représentative de la population générale). Aucune d'entre elles ne s'intéresse uniquement aux hommes. Certains auteurs expliquent leur choix par les différences biomécaniques importantes entre hommes et femmes et leur choix s'est porté sur les femmes car ce sont les plus touchées par cette pathologie [10,12,14].

Une thèse a évalué la force en ABD et RL du MI symptomatique de quatre hommes ayant un SFP en comparaison à leur MI controlatéral et en comparaison à quatre hommes asymptomatiques. Aucune différence de force n'a été retrouvée par rapport au MI sain ou au groupe contrôle [50]. L'hypothèse peut être faite qu'un renforcement des muscles de la hanche chez les sujets masculins ne serait pas très efficace. Cependant, dans l'étude de Nakagawa et al. [45], le renforcement musculaire avait permis une amélioration au niveau des douleurs et de la fonction sans augmentation de la force. Cela suggère que c'est l'acquisition d'un meilleur contrôle moteur lors du renforcement qui a permis une amélioration de l'état de santé, et qu'un résultat similaire pourrait être obtenu sur des hommes ayant un SFP.

Les études futures devraient tester, sur des sujets masculins, les différents protocoles de renforcement utilisés chez les femmes. Mais elles devraient plutôt s'intéresser aux effets d'un entrainement neuromusculaire que sur ceux d'un renforcement musculaire. Cependant, il est à noter que les études ayant une population mixte ont obtenu les mêmes résultats que les études ayant une population féminine en ce qui concerne la diminution de la douleur et l'amélioration de la fonction. Cela peut suggérer que, même si les hommes ne semblent pas avoir cette attitude en ADD et RM de hanche ni de diminution de la force des ABD et RL de hanche (3.2.4.), un renforcement musculaire pourrait améliorer leur force mais surtout leur contrôle neuromusculaire. Cela permettrait d'obtenir ces résultats cliniquement intéressants car au niveau kinésithérapique, le soulagement de la douleur et l'amélioration fonctionnelle sont deux objectifs primordiaux d'une prise en charge.

6.4. Le renforcement musculaire des abducteurs de hanche est-il à préconiser dans la prise en charge d'un SFP ?

Les études actuelles ne nous donnent pas de résultats significatifs objectivant qu'un renforcement musculaire de la hanche entrainerait une meilleure cinématique de celle-ci. Cependant, que ce soit à la suite d'un renforcement isolé de la hanche ou un renforcement de hanche associé à un travail intéressant le genou, il y aurait une diminution de la douleur et une amélioration de la fonction [41-43,45-47].

De plus, les résultats obtenus indiquent que le renforcement des ABD et RL de hanche entrainerait des améliorations de la fonction et un soulagement de la douleur significativement plus importants qu'un renforcement du quadriceps à court [42,43] et à long terme [43]. Il a

également été démontré que lors de la comparaison d'un renforcement classique à ce même renforcement associé à un renforcement de la hanche, des diminutions de la douleur et des améliorations de la fonction cliniquement significatives n'avaient été observées que dans le groupe ayant reçu les exercices combinés [45-47].

Le renforcement de la hanche est donc un traitement intéressant à intégrer dans un protocole de rééducation visant à traiter un SFP puisqu'il serait plus effectif dans la diminution de la douleur et l'amélioration de la fonction. Il serait néanmoins intéressant que des études futures s'intéressent aux effets d'un renforcement isolé de la hanche en comparaison à un renforcement de la hanche associé à un renforcement du genou. De plus, les études citées ont été menées majoritairement sur des femmes ayant un SFP donc ayant une faiblesse musculaire des muscles de la hanche. Des résultats similaires auraient-ils été obtenus sur des sujets ne présentant pas de faiblesse musculaire de la hanche ?

Les coureurs qui développent un SFP utiliseraient un contrôle neuromusculaire proximal différent des personnes en bonne santé [7]. Dans l'étude de Nakagawa et al. [45], comme les améliorations en post-intervention n'ont pas été associées avec une augmentation de la force des muscles de hanche, l'hypothèse d'un meilleur contrôle moteur de la hanche a été évoquée. Cela s'est vérifié par une meilleure activation musculaire du moyen fessier en post-intervention dans le groupe d'exercices combinés, non retrouvée dans le groupe de renforcement du quadriceps. Un entrainement neuromusculaire est nécessaire pour modifier la biomécanique anormale de la hanche et du genou [34,36]. Il existe quelques études essayant de montrer une association entre le contrôle neuromusculaire de la hanche et une amélioration de la biomécanique de hanche et des symptômes associés au SFP mais de faible niveau de preuve (études de cas). Un premier essai contrôlé randomisé a été débuté en avril 2013 mais les données ne sont pas encore disponibles [51].

Il est à noter que le renforcement des muscles ABD de hanche pourrait être efficace dans d'autres pathologies du genou. En effet, Fredericson et al. cités par Lankhorst et al. [3] ont montré qu'après un programme de renforcement des ABD de hanche de 6 semaines chez des patients ayant un syndrome de la bandelette ilio-tibiale, 22 des 24 coureurs participants sont retournés courir sans douleur. Le moyen fessier pourrait donc participer à un meilleur contrôle des mouvements du segment fémoral [28].

7. CONCLUSION

Le SFP est une pathologie complexe du fait de sa définition pas toujours très claire, de sa nature multifactorielle (étiologies variées et souvent non connues) et de ses nombreux symptômes. Pourtant, c'est une pathologie fréquemment diagnostiquée, à défaut d'avoir trouvé une cause structurelle responsable de la douleur de genou. Certains des facteurs impliqués dans cette pathologie ont été défini comme des facteurs de risques (déficit de force du quadriceps, ADD excessive de hanche…). Le kinésithérapeute peut donc avoir une action curative mais aussi préventive. Pour cela, un bilan diagnostic kinésithérapique doit être réalisé pour chaque patient, analysant non seulement le genou mais le MI dans sa globalité et sous tous les modes : en charge/décharge et en statique/dynamique. Mais le nombre important de facteurs pouvant être impliqués, leurs différences chez les hommes et les femmes et les résultats des études souvent hétérogènes rendent difficile l'extrapolation des données scientifiques dans le traitement et la prévention du SFP.

Les effets du renforcement des muscles ABD de hanche ont été étudiés depuis plusieurs années dans le but de traiter cette pathologie, du fait de l'absence de résultats flagrants avec une intervention ciblant uniquement le genou et de la découverte d'une cinématique de hanche anormale (ADD/RM excessive). Certains résultats sont encourageants mais trop peu souvent extrapolables à une population générale, puisque les études sont majoritairement réalisées sur une population féminine et même assez souvent féminine et sportive. Cependant, les études faites sur des sujets mixtes donnent tout de même des résultats significatifs en ce qui concerne : la diminution de la douleur et l'amélioration de la fonction. La biomécanique de la hanche ne semble pas être améliorée à la suite d'un renforcement de la hanche.

Les études futures devraient se focaliser sur une population plus hétérogène voir même uniquement masculine, sur les effets de l'amélioration de l'endurance plutôt que de la force maximale des muscles et sur les changements observés suite à un réentrainement neuromusculaire.

BIBLIOGRAPHIE

[1] Wood L, Muller S, Peat G. The epidemiology of patellofemoral disorders in adulthood: a review of routine general practice morbidity recording. Prim Health Care Res Dev. 2011;12(02):157-164.

[2] Boling M, Padua D, Marshall S, Guskiewicz K, Pyne S, Beutler A. Gender differences in the incidence and prevalence of patellofemoral pain syndrome: Epidemiology of patellofemoral pain. Scand J Med Sci Sports. 2010;20(5):725-730.

[3] Lankhorst NE, Bierma-Zeinstra SMA, van Middelkoop M. Factors associated with patellofemoral pain syndrome: a systematic review. Br J Sports Med. 2013;47(4):193-206.

[4] 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. Journ Traumato Sport. 2013;30:232-239.

[5] LaBella C. Patellofemoral pain syndrome: evaluation and treatment. Prim Care Clin Office Pract. 2004;31:977-1003.

[6] Smith TO, McNamara I, Donell S.T. The contemporary management of anterior knee pain and patellofemoral instability. The Knee. 2013;20(1):3-15.

[7] Noehren B, Hamill J, Davis I. Prospective Evidence for a Hip Etiology in Patellofemoral Pain. Med Sci Sports Exerc. 3012;45(6):1120-1124.

[8] Noehren B, Pohl MB, Sanchez Z, Cunningham T, Lattermann C. Proximal and distal kinematics in female runners with patellofemoral pain. Clin Biomech. 2012;27(4):366-371.

[9] Meira EP, Brumitt J. Influence of the Hip on Patients With Patellofemoral Pain Syndrome: A Systematic Review. Sports Health Multidiscip Approach. 2011;3(5):455-465.

[10] Bolgla LA, Malone TR, Umberger BR, Uhl TL. Hip Strength and Hip and Knee Kinematics During Stair Descent in Females With and Without Patellofemoral Pain Syndrome. J Orthop Sports Phys Ther. 2008;38(1):12-18.

[11] Dierks TA, Manal KT, Hamill J, Davis IS. Proximal and Distal Influences on Hip and Knee Kinematics in Runners With Patellofemoral Pain During a Prolonged Run. J Orthop Sports Phys Ther. 2008;38(8):448-456.

[12] Souza RB, Powers CM. Differences in hip kinematics, muscle strength, and muscle activation between subjects with and without patellofemoral pain. J Orthop Sports Phys Ther. 2009;39(1):12-19.

[13] Noehren B, Pohl MB, Sanchez Z, Cunningham T, Lattermann C. Proximal and distal kinematics in female runners with patellofemoral pain. Clin Biomech. 2012;27(4):366-71.

[14] Salsich GB, Long-Rossi F. Do females with patellofemoral pain have abnormal hip and knee kinematics during gait? Physiother Theory Pract. 2010;26(3):150-159.

[15] Noehren B, Sanchez Z, Cunningham T, Mckeon PO. The effect of pain on hip and knee kinematics during running in females with chronic patellofemoral pain. Gait Posture. 2012;36(3):596-599.

[16] Dufour M, Pillu M. Biomécanique Fonctionnelle Membres-Tête-Tronc. Paris Elsevier Masson. 2012. 568 pages. ISBN : 9782294088773

[17] Dufour M. Anatomie de l'appareil locomoteur. Tome 1 : Membre inférieur. 2ème édition. Paris, Elsevier Masson, 2010. 479 pages. ISBN : 9782294080555

[18] Hamdoun-Kahlaouia S, Lebibb S, Mirib I, Ghorbelb S, Koubaab S, Rahali-Khachloufa H, Ben Salahb FZ, Dzirib C. Apport de l'isocinétisme dans la prise en charge rééducative du syndrome fémoro-patellaire. Journ Réadapt Méd. 2010;30: 3-11.

[19] Kim D, Hong J. Hamstring to quadriceps strength ratio and noncontact leg injuries: A prospective study during one season. Isokinet Exerc Sci. 2011;19(1):1-6.

[20] Hong E, Kraft M. Evaluating Anterior Knee Pain. Med Clin North Am. 2014;98(4): 697–717.

[21] Willy RW, Manal KT, Witvrouw EE, Davis IS. Are Mechanics Different between Male and Female Runners with Patellofemoral Pain ?: Med Sci Exerc. 2012;44(11):2165-2171.

[22] Dwyer MK, Boudreau SN, Mattacola CG, Uhl TL, Lattermann C. Comparison of lower extremity kinematics and hip muscle activation during rehabilitation tasks between sexes. J Athl Train. 2010;45(2):181-190.

[23] Jacobs CA, Uhl TL, Mattacola CG, Shapiro R, Rayens WS. Hip abductor function and lower extremity landing kinematics: sex differences. J Athl Train.2007;42(1):76-83.

[24] Witvrouw E, Werner S, Mikkelsen C, Van Tiggelen D, Vanden Berghe L, Cerulli G. Clinical classification of patellofemoral pain syndrome: guidelines for non-operative treatment. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2005;13(2):122-130.

[25] Waryasz GR, McDermott AY. Patellofemoral pain syndrome (PFPS): a systematic review of anatomy and potential risk factors. Dyn Med. 2008;7(1):9.

[26] Pappas E, Wong-Tom WM. Prospective Predictors of Patellofemoral Pain Syndrome: A Systematic Review With Meta-analysis. Sports Health Multidiscip Approach. 2012;4(2):115-120.

[27] Déjour D, Mercado J. Les syndromes fémoro-patellaires: Diagnostic, facteurs de l'instabilité rotulienne et classification. Médecins du Sport. 2006;78:15-22.

[28] Cichanowski HR, Schmitt JS, Johnson RJ, Niemuth PE. Hip strength in collegiate female athletes with patellofemoral pain. Med Sci Sports Exerc. 2007;39(8):1227-1232.

[29] Robinson RL, Nee RJ. Analysis of hip strength in females seeking physical therapy treatment for unilateral patellofemoral pain syndrome. J Orthop Sports Phys Ther. 2007;37(5):232-238.

[30] Magalhães E, Fukuda TY, Sacramento SN, Forgas A, Cohen M, Abdalla RJ. A Comparison of Hip Strength Between Sedentary Females With and Without Patellofemoral Pain Syndrome. J Orthop Sports Phys Ther. 2010;40(10):641-7.

[31] Lee Sp, Souza RB, Powers CM. The influence of hip abductor muscle performance on dynamic postural stability in females with patellofemoral pain. Gait Posture. 2012;36(3):425-429.

[32] Prins MR, Van der Wurff P. Females with patellofemoral pain syndrome have weak hip muscles: a systematic review. Aust J Physiother. 2009;55(1):9-15.

[33] Van Cant J, Pineux C, Pitance L, Feipel V. Hip muscle strength and endurance in females with patellofemoral pain: a systematic review with meta-analysis. Int J Sports Phys Ther. 2014;9(5):564-582.

[34] Willy RW, Davis IS. The effect of a hip-strengthening program on mechanics during running and during a single-leg squat. J Orthop Sports Phys Ther. 2011;41(9):625-32.

[35] Ferber R, Kendall KD, Farr L. Changes in knee biomechanics after a hip-abductor strengthening protocol for runners with patellofemoral pain syndrome. J Athl Train. 2011;46(2):142. [36] Willson JD, Kernozek TW, Arndt RL, Reznichek DA, Scott Straker J. Gluteal muscle activation during running in females with and without patellofemoral pain syndrome. Clin Biomech. 2001;26(7):735-740

[37] Ott B, Cosby NL, Grindstaff TL, Hart JM. Hip and knee muscle function following aerobic exercise in individuals with patellofemoral pain syndrome. J Electromyogr Kinesiol. 2011;21(4):631-637.

[38] Brindle TJ, Mattacola C, McCrory J. Electromyographic changes in the gluteus medius during stair ascent and descent in subjects with anterior knee pain. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2003;11(4):244-251.

[39] Barton CJ, Lack S, Malliaras P, Morrissey D. Gluteal muscle activity and patellofemoral pain syndrome: a systematic review. Br J Sports Med. 2013;47(4):207-214.

[40] Reiman MP, Bolgla LA, Loudon JK. A literature review of studies evaluating gluteus maximus and gluteus medius activation during rehabilitation exercises. Physiother Theory Pract. 2012;28(4):257-268.

[41] Khayambashi K, Mohammadkhani Z, Ghaznavi K, Lyle MA, Powers CM. The Effects of Isolated Hip Abductor and External Rotator Muscle Strengthening on Pain, Health Status, and

Hip Strength in Females With Patellofemoral Pain: A Randomized Controlled Trial. J Orthop Sports Phys Ther. 2012;42(1):22-9.

[42] Dolak KL, Silkman C, McKeon JM, Hosey RG, Lattermann C, Uhl TL. Hip Strengthening Prior to Functional Exercises Reduces Pain Sooner Than Quadriceps Strengthening in Females With Patellofemoral Pain Syndrome: A Randomized Clinical Trial. J Orthop Sports Phys Ther. 2011;41(8):560-70.

[43] Khayambashi K, Fallah A, Movahedi A, Bagwell J, Powers C. Posterolateral Hip Muscle Strengthening Versus Quadriceps Strengthening for Patellofemoral pain: A Comparative Control Trial. Arch Phys Med Rehabil. 2014;95(5):900-7.

[44] Peters JS, Tyson NL. Proximal exercises are effective in treating patellofemoral pain syndrome: a systematic review. Int J Sports Phys Ther. 2013;8(5):689-700.

[45] Nakagawa TH, Muniz TB, Baldon Rde M, Dias Maciel C, De Menezes Reiff RB, Serrão FV. The effect of additional strengthening of hip abductor and lateral rotator muscles in patellofemoral pain syndrome: a randomized controlled pilot study. Clin Rehabil. 2008;22(12):1051-1060.

[46] Fukuda TY, Rossetto FM, Magalhães E, Bryk FF, Lucareli PR, De Almeida Aparecida Carvalho N. Short-term effects of hip abductors and lateral rotators strengthening in females with patellofemoral pain syndrome: a randomized controlled clinical trial. J Orthop Sports Phys Ther. 2010;40(11):736-42.

[47] Fukuda TY, Melo WP, Zaffalon BM, Rossetto FM, Magalhães E, Bryk FF, Martin RL. Hip posterolateral musculature strengthening in sedentary women with patellofemoral pain syndrome: a randomized controlled clinical trial with 1-year follow-up. J Orthop Sports Phys Ther. 2012;42(10):823-830.

[48] Ismail MM, Gamaleldein MH, Hassa KA. Closed kinetic chain exercises with or without additional hip strengthening exercises in management of patellofemoral pain syndrome: a randomized controlled trial. Eur J Phys Rehabil Med. 2013;49(5):687-698.

[49] Bennell K, Duncan M, Cowan S, McConnell J, Hodges P, Crossley K. Effects of vastus medialis oblique retraining versus general quadriceps strengthening on vasti onset. Med Sci Sports Exerc. 2010;42(5):856-864.

[50] Strand, D. Hip strength in males with patellofemoral pain syndrome: a pilot study. 2013. 13 pages. Thèse de Master : Linnæus University.

[51] Rabelo ND, Lima B, Reis AC, Bley AS, Yi LC, Fukuda TY, Costa LO, Lucareli PR. Neuromuscular training and muscle strengthening in patients with patellofemoral pain syndrome: a protocol of randomized controlled trial. BMC Musculoskelet Disord. 2014;15:157.

ANNEXES

ANNEXE 1 :

Tableau récapitulatif des différences de cinématiques de hanche entre des personnes ayant un SFP et des personnes saines lors de la réalisation de différentes tâches.

ANNEXE 2 :

Tableau récapitulatif des différences de force musculaire entre des sujets ayant un syndrome fémoro-patellaire et des sujets sains.

ANNEXE 3 :

Tableau récapitulatif des données EMG.

ANNEXE 1

Tableau récapitulatif des différences de cinématique de hanche entre des personnes ayant un syndrome fémoro-patellaire et des personnes saines lors de la réalisation de différentes tâches.

Etude	Nombre de participants (groupe SFP / groupe sain)	Sujets (groupe contrôle et groupe SFP)			Activité(s) évaluée(s)	Cinématique (groupe contrôle comparé au groupe sain)	
		Genre	Age	Activité		Rotation médiale de hanche (RM)	Adduction de hanche (ADD)
[10]	18/18	Femmes	Moyenne groupe contrôle: 23,9 Moyenne groupe SFP: 24,5	Non précisée	Descente des escaliers	pas de différences significatives	pas de différences significatives
[12]	21/20	Femmes	18 à 45 ans	Actives mais activité non précisée	Course	augmentation de la RM de hanche ++	pas de résultats significatifs mais ADD plus grande (11,0° groupe SFP / 9,6° groupe contrôle)
					Saut vertical	augmentation de la RM de hanche	
					Descente de marche	augmentation de la RM de hanche	
[13]	16/16	Femmes	18 à 45 ans	Coureuses (min 16 km / semaine)	Marche	augmentation de la RM (+4,6° en moyenne)	augmentation de l'ADD (+2,2 en moyenne)
[14]	20/20	Femmes	18 à 40 ans	Non précisée	Marche normale	pas de différences significatives	pas de différences significatives
					Marche rapide	pas de différences significatives	augmentation de l'ADD lors de la phase d'extension maximale du genou diminution de l'ADD lors du moment de force maximal des extenseurs de genou
[15]	15/15	Femmes	18 à 45 ans	Coureuses (min 6 km / semaine)	Course (30 min)	augmentation de la RM en début de course	augmentation de l'ADD en début de course

ANNEXE II

Tableau récapitulatif des différences de force musculaire entre des sujets ayant un syndrome fémoro-patellaire et des sujets sains.

√ : diminution significative de la force

Θ : pas de différences significatives

Etude	Nombre de participants (groupe SFP / groupe sain)	Sujets (groupe contrôle et groupe SFP)			Comparaison entre ...	Muscles					
		Genre	Age moyen	Activité		ABD	RL	E	ADD	RM	F
[10]	18/18	Femmes	G-SFP: 24,5 G-C: 23,9	Non précisée	Groupe SFP / Groupe contrôle	√	√				
[11]	20/20	Mixte	G-SFP: 24,1 G-C: 22,7	Coureurs (15 km par semaine min)	Groupe SFP / Groupe contrôle	√	Θ				
[12]	21/20	Femmes	G-SFP: 27 G-C: 26	Actives mais activité non précisée	Groupe SFP / Groupe contrôle	√		√			
[28]	13/13	Femmes	G-SFP: 19,5 G-C: 19,3	Athlètes (sports variés)	MI pathologique / MI sain chez sujets SFP	√	√	Θ	Θ	Θ	Θ
					Groupe SFP / Groupe contrôle	√	√	√	Θ	√	√
[29]	10/10	Femmes	G-SFP: 21 G-C: 26,6	Non précisée	Groupe SFP / Groupe contrôle	√	√	√			
[30]	50/50	Femmes	G-SFP: 24,6 G-C: 24,1	Sédentaires	MI pathologique / MI sain chez sujets SFP	√	Θ	Θ	Θ	Θ	Θ
					Groupe SFP / Groupe contrôle	√	√	√	√	√	√
[31]	20/19	Femmes	G-SFP: 27,3 G-C: 26,1	Non précisée	Groupe SFP / Groupe contrôle	√					

ANNEXE III

Tableau récapitulatif des données EMG.

Etude	Participants			Muscles étudiés avec l'EMG	Variables étudiées	Tâche demandée	Résultats significatifs
	Genre	Activité	Age				
[36] (2001)	Femmes	Course (10 km par semaine minimum)	18 -35 ans	Moyen fessier (MF) Grand fessier (GF)	· Activation musculaire à partir du moment où le pied touche le sol · Durée d'activation musculaire · Niveau d'activation maximum · Niveau moyen d'activation **Comparaison entre les groupes femmes SFP et femmes saines**	Course	· Déclenchement de l'activation du MF avant l'attaque du pas 42 ms plus tôt et 42 ms plus long chez les femmes saines · Corrélation entre les mouvements de hanche dans les plans frontal et transverse et le déclenchement de l'activation musculaire · Corrélation modérée entre un déclenchement retardé de l'activation musculaire du MF et du GF et une adduction/RM de hanche plus importante pendant la course
[37] (2011)	Mixte	Non précisée	18-45 ans	MF Vaste médial oblique Vaste latéral	· Activation musculaire du moyen fessier, du vaste médial oblique et du vaste latéral · Le moment de force maximum des extenseurs du genou **Comparaison avant et après exercice** **Comparaison entre patients SFP et patients sains + comparaison entre patients SFP "forte douleur après exercice" et patients SFP "faible ou absence de douleur après exercice"**	Se placer en appui unipodal sur la jambe atteinte (ou la jambe selectionnée pour le groupe contrôle) puis se pencher vers l'avant et amener l'autre jambe le plus loin possible	· Le moment maximum des extenseurs du genou est significativement plus faible chez les patients SFP après les exercices (mais pas avant) · Pas de différence d'activation musculaire pour aucun des 3 muscles entre les patients sains et SFP, ni avant ni après exercice · Diminution significative de l'activation du MF (15%) chez les patients "SFP sans douleurs" après l'exercice · Réduction de l'activité du VMO (25%) et du VL (12%) chez les patients "SFP avec fortes douleurs" après l'exercice
[38] (2003)	Mixte	Non précisée	18-35 ans	MF Vaste médial oblique Vaste latéral	· Différences entre l'activité du MF et l'activité des muscles VMO/VL dans le groupe contrôle · Différences de déclenchement et de durée de l'activation des muscles VMO, VL et MF entre le groupe contrôle et le groupe "Anterior knee pain" (AKP) · Différences d'activation entre la jambe saine et la jambe pathologique dans le groupe AKP	Montée / descente des escaliers	· Dans le groupe contrôle, le déclenchement de l'activité du MF est plus tardif et sa durée d'activation et plus courte par rapport aux muscles VMO et VL · Retard de déclenchement de l'activation et plus courte durée d'activation du MF dans le groupe AKP que dans le groupe contrôle pendant la montée des escaliers · Plus courte durée d'activation des muscles MF, VMO et VL dans le groupe AKP que dans le groupe contrôle pendant la descente des escaliers · Pas de différence entre jambe saine et jambe pathologique