



Institut Régional de Formation aux Métiers de la Rééducation et
Réadaptation

Pays de la Loire.

54, rue de la Baugerie – 44230 SAINT- SÉBASTIEN SUR LOIRE

L'échographie dans les lésions musculaires des ischio-jambiers : Pouvons-nous pronostiquer le retour au sport ?

Martin SAMIRANT

Mémoire UE28
Semestre 8

Année scolaire : 2019-2020

Région des Pays de la Loire



AVERTISSEMENT

Les mémoires des étudiants de l'Institut Régional de Formation aux Métiers de la Rééducation et de la Réadaptation sont réalisés au cours de la dernière année de formation MK.

Ils réclament une lecture critique. Les opinions exprimées n'engagent que les auteurs. Ces travaux ne peuvent faire l'objet d'une publication, en tout ou partie, sans l'accord des auteurs et de l'IFM3R.

Remerciement :

Je tiens à remercier les personnes ayant contribué à l'élaboration de ce mémoire.

Que soit également remerciée ma famille qui m'a soutenu moralement et financièrement pendant ces 4 années d'études. Pour ne jamais m'avoir mis d'obstacle et pour m'avoir toujours encouragé et soutenu dans tous mes choix de vie.

Merci à mes anciens colocataires avec qui j'ai passé des moments plus qu'incroyables et avec qui j'ai travaillé pour arriver où nous en sommes aujourd'hui. Je remercie mes nouveaux colocataires qui m'ont grandement aidé moralement ces trois derniers mois.

Enfin je remercie tous mes ami(e)s étudiants kiné car grâce à eux, ces 4 années d'études resteront gravées éternellement dans ma mémoire. Merci aussi de m'avoir beaucoup soutenu pendant ces trois derniers mois difficiles.

Résumé :

Introduction : L'analyse des lésions musculaires dans le milieu du sport montre qu'il existe un temps de retour au sport variable en fonction des athlètes. L'échographie est un outil d'imagerie en grand développement concernant le champ musculo-squelettique. Elle permet d'identifier rapidement les traumatismes musculaires afin d'établir un diagnostic médical. Cet outil permet aussi de visualiser les différentes caractéristiques de la lésion musculaire. Compte tenu de sa précision dans la visualisation des lésions musculaires, nous avons établi la problématique suivante : **Dans quelle mesure l'utilisation de l'échographie, dans la recherche des caractéristiques d'une lésion musculaire des ischio-jambiers, peut permettre de quantifier un temps de retour au sport chez les sportifs ?**

Méthode : Nous avons réalisé une revue de la littérature sur l'impact de l'échographie dans le pronostic de retour au sport. Pour cela nous avons interrogé les bases de données PubMed, Science Direct et PEDro grâce à une équation de recherche se basant sur les critères Patient-Intervention-Comparaison-Outcome (PICO).

Résultats : Sur 254 résultats, deux références ont été incluses grâce à cette équation. De plus, deux références ont été incluses grâce à des lectures complémentaires.

Analyse: Les résultats montrent que de nombreux critères sont pris en compte dans l'analyse échographique de la lésion musculaire. Le pourcentage de la lésion musculaire ainsi que l'atteinte associée du tissu conjonctif semblent être des facteurs allongeant le temps de retour au sport. En revanche, la présence d'un hématome ainsi que la localisation de la lésion dans le muscle ne semblent pas avoir d'impact sur le temps de retour au sport.

Discussion : L'examen initial échographique semble permettre de mieux pronostiquer le temps de retour au sport chez les sportifs souffrant de lésion musculaire des ischio-jambiers en fonction de certains critères. Néanmoins l'absence d'études de haut niveau de preuve ne permet pas d'affirmer avec certitude ces conclusions.

Mots –Clés

- Echographie
- Lésion musculaire
- Retour au sport
- Sportif

Summary:

Introduction: The analysis of muscular lesions in Sport shows a highly variable recovery time after lesion between athletes. Echography is an imaging tool of increasing interest in the musculoskeletal field. It allows for a rapid identification of muscular traumas. It also provides a precise vision of the morphological characteristics of the muscular lesion. Given the high resolution of this technique, we asked the following question: **To which extent could the use of echography in the characterization of a hamstring muscular lesion help to quantify a return to sport in sportsmen?**

Methods: We performed a literature search on the impact of echography in the prognosis of getting back to sport. We searched the PubMed, Science Direct and PEDro databases using an algorithm based on the Patient-Intervention-Comparison-Outcome (PICO) criteria.

Results: On 254 entries, two references were included thanks to this equation. One more reference was included thanks to complementary readings.

Analysis: Results show that many criteria are involved in the echographic analysis of a muscular lesion. Among those, the percent extent of the muscular lesion as well as the associated damage of the connective tissue are factors correlating with an extension in the duration before getting back to sport. In contract, the presence of a hematoma or the localization of the lesion seem no to have any impact on this duration.

Discussion: Initial echography examination and the analysis of specific criteria might well provide a good prognosis factor of when a sportsman can get back to sport after a hamstring lesion. However, in absence of high level of evidence studies, those conclusions cannot yet be confirmed.

Keywords:

- Ultrasound imaging or echography
- Muscular lesion
- Return to Play/ Return to Sport
- sportsman/ Athlete

Table des matières

1	Introduction	1
2	Cadre conceptuel	2
2.1	Les lésions musculaires des ischio-jambiers chez les sportifs	2
2.2	Le rôle de l'échographie dans les lésions musculaires	11
2.3	La diversité des classifications	15
2.4	Traitement de la lésion musculaire	17
2.5	Déterminer le « Return to play » : une problématique majeure chez les sportifs	18
3	Démarche de questionnement	20
3.1	Construction de la problématique	20
4	Méthode de recherche utilisée	21
4.1	Bases de données interrogées	21
4.2	Définition des critères PICO	22
4.3	Création d'une équation de recherche	22
4.4	Critères d'inclusion et d'exclusion	23
4.5	Sélection des articles	24
5	Résultats et analyses des résultats	26
5.1	Présentation des articles retenus	26
5.2	Evaluation méthodologique des études	27
5.3	Caractéristiques des études incluses	28
5.4	Résultats des études	35
6	Discussion	39
6.1	Limite de la revue de littérature	39
6.2	Interprétation et analyse des résultats	42
6.3	A propos de l'échographie	45
6.4	Perspectives	48
7	Conclusion	49

Références

Annexe 1 : Echographie de la lésion musculaire

Annexe 2 : Echelle de Newcastle-Ottawa

L'échographie dans les lésions musculaires : Pouvons-nous pronostiquer le retour au sport ?

1 Introduction

La place du kinésithérapeute dans les équipes sportives est très importante. Il peut intervenir dans différents domaines, que ce soit dans le diagnostic d'une pathologie, du traitement de cette pathologie ou dans la transmission de conseils et de recommandations afin d'éviter les blessures. Dans certaines structures, le kinésithérapeute peut avoir une influence décisionnelle concernant le retour au sport des sportifs après un traumatisme.

Nous avons observé durant notre formation clinique le travail de kinésithérapeutes dans des structures de footballeurs professionnels. Nous avons constaté que la majorité des blessures rencontrées concernaient des lésions musculaires au niveau des ischio-jambiers. Les sportifs suivaient un programme de traitement afin de pouvoir reprendre leurs activités sportives le plus tôt possible. Nous avons remarqué que peu importe la lésion musculaire, le pronostic de retour au sport était le même en fonction du stade de la lésion. Cependant lors des reprises du sport, le nombre de récives était conséquent. Des sportifs souffrant des mêmes lésions reprenaient le sport plus tôt que certains et sans récive. Les footballeurs se retournaient contre l'équipe médicale afin d'avoir des explications concernant leur blessure.

Dans le sport de haut niveau le temps passé sans jouer à cause d'une blessure a un impact négatif sur la saison et même sur la carrière du sportif notamment d'un point de vue économique. D'autre part, si ce temps sans jouer est allongé à cause d'une récive de la même blessure, le sportif peut être mis de côté par le staff technique et remplacé par un autre joueur. L'enjeu est d'éviter ces récives par un bon diagnostic.

Nous avons décidé d'étudier cette population de sportifs dans notre étude afin de répondre à ces enjeux. Ces derniers sont d'autant plus importants face aux prévalences des lésions musculaires dans le sport. Les lésions musculaires représentent dans le football un pourcentage de 41% à 48% de toutes les blessures pendant le sport (1,2). D'autre part, 90% des lésions musculaires concernent les muscles ischio-jambiers, le triceps sural et le quadriceps (3,4). Les muscles ischio-jambiers sont les muscles les plus touchés par les lésions musculaires dans le sport. Elles représentent environ 37% des lésions musculaires dans le football ce qui fait 12% de toutes les blessures sportives (4,5).

Dans la structure sportive observée, l'échographie de la lésion musculaire était utilisée pour le diagnostic d'une lésion musculaire et de son stade. Le médecin réalisait cette échographie 24 heures après le traumatisme afin de poser son diagnostic. A la suite de ce diagnostic, la durée du retour au sport n'était pas donnée ou bien fournie avec peu de certitudes.

Cependant, nous avons constaté dans la littérature que les lésions musculaires ne se produisaient pas au même endroit dans le muscle. En effet, la durée de convalescence peut varier en fonction de la lésion ou non du tendon(6,7).

Toutes ces constatations nous amènent à nous poser les questions suivantes :

Pourquoi existe-t-il une non prise en compte de la localisation de la lésion musculaire dans le diagnostic ? Existe-t-il une corrélation entre les récurrences et le fait que la lésion soit située dans des zones moins rapidement cicatrisables ? L'échographie peut-elle permettre un meilleur diagnostic en prenant en compte la localisation de la blessure ?

L'ensemble de ces questionnements nous amène à la problématique générale suivante :

« L'échographie est-elle un outil qui permettrait de mieux pronostiquer le retour au sport chez les sportifs souffrant de lésions musculaires des ischio-jambiers ? »

Pour répondre à cette problématique professionnelle et aux enjeux qui en découlent, nous allons mettre en place un cadre conceptuel répondant à cette question afin de présenter les lésions des ischio-jambiers, présenter l'échographie musculaire et ces possibilités d'utilisation. La méthode de recherche ainsi que les résultats seront exposés. Lors d'une discussion, nous confronterons les résultats à la littérature afin de les analyser et d'améliorer notre compréhension du sujet pour notre future pratique professionnelle.

2 Cadre conceptuel

2.1 Les lésions musculaires des ischio-jambiers chez les sportifs

2.1.1 Rappels anatomiques des Ischio-jambiers

Le muscle est l'exécutant de tous les mouvements du corps humain. Les muscles squelettiques recouvrent les os et s'y attachent afin de conférer au corps la capacité de bouger, de maintenir une posture, de stabiliser une articulation. Les muscles sont indispensables pour la vie de l'Homme, que ce soit pour s'alimenter, se déplacer, entretenir des conversations et tout simplement respirer.

Les muscles répondent à quatre caractéristiques fonctionnelles. Ils sont excitables, c'est-à-dire capable de percevoir un stimulus chimique et d'y répondre mécaniquement. La deuxième caractéristique du muscle est sa contractilité. Il s'agit de la capacité du muscle à se contracter en réponse à un stimulus afin de produire une tension, soit pour freiner un mouvement, soit pour en créer un. D'autre part, le muscle doit être extensible, c'est-à-dire qu'il doit avoir la possibilité de s'étirer en réponse à un éloignement de ses points d'insertions par exemple. Enfin, un muscle est élastique. Il a la capacité de reprendre sa longueur de repos à la suite d'un étirement ou d'une contraction (8).

Les muscles squelettiques sont composés de plusieurs types de tissus. Les fibres musculaires squelettiques sont les principales composantes du muscle. Elles sont composées de filaments fins d'actine et épais de myosine. D'autres protéines sont aussi présentes afin de créer l'architecture de la fibre musculaire. Lors de la contraction musculaire, les filaments fins d'actine glissent sur les filaments épais de myosine, ce qui crée le raccourcissement des fibres musculaires (8).

Enfin, il est important d'évoquer les gaines de tissu conjonctif composant le muscle. Ces gaines permettent de renforcer l'ensemble du muscle et soutiennent chaque cellule. L'épimysium enveloppe la totalité du muscle. Le périmysium enveloppe, quant à lui, un faisceau de fibres musculaires. Enfin chaque fibre musculaire est protégée par l'endomysium (8).

Il existe plusieurs types de fibres musculaires. Les fibres de type I, dites lentes ou oxydatives sont des fibres durantes. Les fibres de type IIb sont des fibres blanches, de force et de vitesse. Ce sont les fibres rapides glycolytiques anaérobies. Elles n'ont pas une grande résistance à la fatigue. Enfin les fibres de type IIa sont des fibres intermédiaires. Elles sont aussi appelées les fibres rapides oxydatives et glycolytiques. Leur résistance à la fatigue est moyenne et leur métabolisme dominant est mixte (9).

Les ischio-jambiers (IJ) font partie du compartiment postérieur de cuisse. Ils sont au nombre de 3 (Figure 1).

2.1.1.1 Le biceps fémoral

Le biceps fémoral est le plus latéral des muscles ischio-jambiers. Il est composé de deux chefs. Un chef long qui naît dans la partie inféro-médiale de la partie haute de la tubérosité ischiatique et un chef court qui naît sur la lèvre latérale de la ligne âpre de la diaphyse

fémorale. Ces deux chefs se croisent et forment un tendon commun ou tendon central. Une partie de ce tendon se termine sur la face latérale de la tête de la fibula. Des expansions de ce tendon se mêlent au ligament collatéral fibulaire. La fonction de ce muscle est la flexion de genou, l'extension, la rotation latérale de la hanche ainsi que la rotation latérale du genou. L'innervation du chef long se fait par le nerf tibial, issu du nerf sciatique de racine S1. L'innervation du chef court est, quant à elle, réalisée via le nerf fibulaire commun, également issu du nerf sciatique de racine S1 (10). C'est un muscle bi-articulaire. Il a un rôle important dans le déplacement notamment lors de la marche et de la course. Il réalise une contraction excentrique afin de freiner l'extension de genou à la fin de la phase d'oscillation. Lors de la propulsion, il a une action concentrique et réalise une extension de la hanche. Ces composantes sont majorées lors des accélérations rapides et brutales.

2.1.1.2 Le semi-tendineux

Le semi-tendineux est médial par rapport au biceps fémoral. Son insertion proximale est sur la partie supérieure de la tubérosité ischiatique. Il se termine sur la face médiale du tibia, dans sa partie supérieure. Il fait partie des muscles de la patte d'oie. Il a pour fonction la flexion et la rotation médiale de genou ainsi que l'extension et la rotation médiale de la hanche. Le semi-tendineux est innervé par le nerf tibial de racine S1 (10).

2.1.1.3 Le semi-membraneux

Enfin le semi-membraneux est le muscle le plus médial de la loge postérieure de cuisse. Il est situé sous le semi-tendineux. Son insertion proximale est sur la partie supéro-latérale de la tubérosité ischiatique. Il se termine sur la face postéro-médiale du condyle tibial médial. Des expansions tendineuses viennent s'insérer sur la capsule articulaire. Le semi-membraneux a les mêmes fonctions que le semi-tendineux. Il est innervé par le nerf tibial de racine S1 (10).

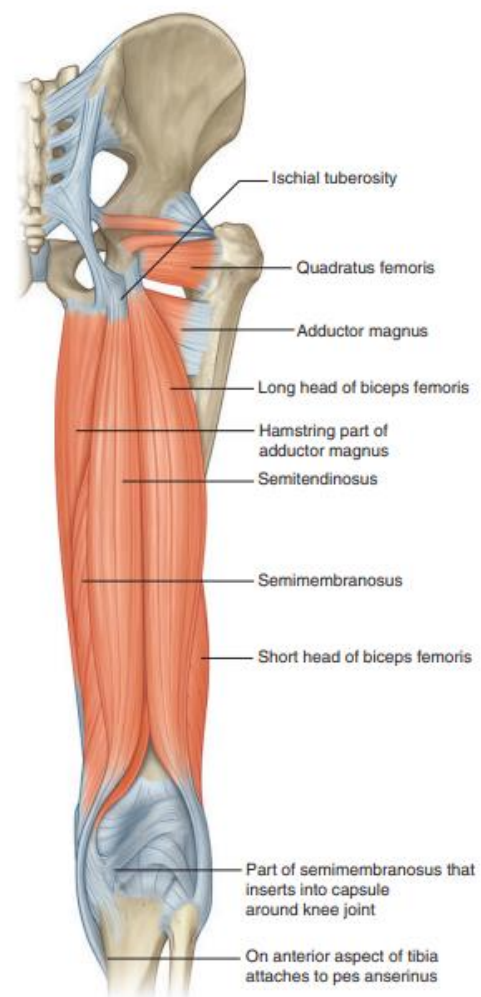


Figure 1 : Schéma des Ischio-Jambiers

Comme leur nom l'indique, le semi-tendineux et le semi-membraneux contiennent une forte proportion de tissus conjonctifs. Cela a pour conséquence une grande raideur de ces deux muscles (9).

2.1.2 Le rôle actif et passif des ischio-jambiers dans les mouvements

Les ischio-jambiers sont des extenseurs de hanche ainsi que des fléchisseurs de genou notamment dans le cycle de marche. A la fin de la phase d'oscillation, les ischio-jambiers ont une activité active et excentrique. En effet, ils vont venir se contracter pour freiner l'extension du genou ainsi que la flexion de hanche. Lors du contact initial, les ischio-jambiers vont se contracter en synergie avec le quadriceps afin de stabiliser le genou. De plus, ils vont aussi avoir une activité passive pour stabiliser le genou. En effet ils vont ralentir la translation du tibia vers l'avant pendant l'extension du genou (11). Cette stabilité passive vient suppléer le rôle du ligament croisé antéro latéral contrôlant la translation antérieure (ou le tiroir antérieur) du tibia sous le fémur. Pendant la phase de mise en charge les ischio-jambiers ont toujours ce rôle de stabilisation du genou. Ils passent d'une activité stabilisatrice de flexion de hanche à une activité rapide d'extension de hanche afin de conserver l'énergie de la marche et de propulser le corps. Ce changement soudain d'activité musculaire est majoré lors de la course et est considéré comme une cause de blessure (11).

Il faut donc bien prendre en compte les tensions actives que les muscles développent pendant la marche et la course mais aussi les tensions passives permises par les tissus conjonctifs qui apportent de la stabilité aux articulations mises en jeu.

2.1.3 Les caractéristiques d'une lésion des ischio-jambiers

Une lésion musculaire est caractérisée par la rupture partielle ou totale des fibres musculaires d'un muscle. Au moment de la lésion musculaire des ischio-jambiers, le sportif ressent généralement une douleur exquise au niveau de la loge postérieure de cuisse. Selon Erickson et al., les sportifs décrivent un son audible s'apparentant à un « pop » immédiatement avant la douleur (12). L'arrêt de l'activité peut être retardé ou immédiat en fonction de la gravité de la lésion. L'athlète présente régulièrement une difficulté voire une incapacité à effectuer une flexion de la jambe en position couchée et/ou une incapacité à effectuer une extension complète du genou associée à une flexion de hanche. Enfin, le sportif ne peut soutenir la totalité de son poids sur sa jambe atteinte ayant pour conséquence une boiterie à la marche (12,13).

La lésion myo-aponévrotique (LMA) est un terme plus précis pour définir la lésion musculaire. En effet, comme son nom l'indique, elle caractérise les lésions entre le tissu musculaire et son support aponévrotique. Un espace de décollement entre la fibre musculaire et les tissus aponévrotiques se crée à cause de la destruction de la protéine de liaison. Les lésions myo-aponévrotiques peuvent être centro-musculaire, périphérique ou myo-tendineuse. Il faut donc prendre en compte la présence d'une atteinte du tissu musculaire mais aussi du tissu conjonctif ainsi qu'une destruction ou désinsertion de la protéine de liaison.

2.1.4 Epidémiologie

Les blessures musculaires sont très communes dans le sport. Dans le football professionnel, elles peuvent représenter de 41% à 48% de toutes les blessures (1,2). 90% des lésions musculaires concernent les muscles ischio-jambiers, le triceps sural et le quadriceps (3,4). Les muscles ischio-jambiers représentent une grande partie de ces blessures. En effet, leur prévalence est de 37% dans le football ce qui représente 12% de toutes les blessures sportives (4,5). En athlétisme, les lésions des ischio-jambiers peuvent représenter 16 % de la totalité des blessures en compétitions internationales (14). Dans ce groupe musculaire, le biceps fémoral est le plus touché. Le taux de récurrence de ces blessures est important. En effet, il se situe entre 12% et 33%. De plus, 50% des récurrences des lésions musculaires aux ischio-jambiers surviennent dans le mois qui suit la première blessure (15).

Par conséquent, ces blessures ont un réel impact économique et professionnel pour les sportifs de haut niveau (16,17). Ils perdent ainsi de la performance et donc de la valeur sur le marché des transferts. Les clubs sportifs, quant à eux, payent les joueurs à l'année. Or, lorsque le joueur ne peut pas jouer à cause d'une blessure, cela représente une perte financière pour le club. Par exemple, le coût financier des blessures aux ischio-jambiers a augmenté de 71% dans la ligue de football Australien (17).

2.1.5 Les complications

Les complications peuvent être classées selon leur temps d'apparition (18). Les complications précoces regroupent les erreurs de diagnostic et les thromboses veineuses profondes. Celles qui apparaissent quelques semaines après la lésion sont des récurrences précoces comme les myosites ossifiantes ou les infections. Enfin, les complications retardées regroupent la fibrose post-traumatique, la myonécrose calcifiée, la hernie musculaire et les récurrences retardées.

Les récurrences précoces sont généralement liées à la reprise précoce du sport, notamment lors d'une erreur de diagnostic, une diminution de la souplesse et de l'élasticité du muscle ou une diminution de la force musculaire (18). Ce sont les complications les plus fréquentes. Les récurrences précoces surviennent environ sur 30% des lésions musculaires (19). De plus, selon Silder et al., la création d'un tissu cicatriciel non fonctionnel au niveau de la jonction musculo-tendineuse perturberait le partage des tensions (20). Les fibres musculaires proches de la lésion subissent donc plus de tension que le reste du muscle lors de l'activité physique (20). Cette perturbation biomécanique associée aux prédispositions des ischio-jambiers aux lésions musculaires augmenterait de façon significative le risque de récurrence. Il est donc primordial de prévenir le risque d'une première blessure afin d'éviter de rentrer dans un cercle vicieux de blessures- récurrences (21).

Les lésions musculaires graves ou mal prises en charge peuvent amener à plusieurs complications. Tout d'abord, la cicatrice musculaire perturbe la biomécanique du muscle. En effet, les vecteurs de force de la contraction sont modifiés (22). Cela peut avoir pour conséquence une plus grande fatigabilité du muscle. Par conséquent, une augmentation des risques des récurrences de lésions musculaires peut être constatée (22). Les rechutes sont les complications les plus fréquentes des lésions. Ces fibroses post-traumatiques créent des douleurs chroniques délétères pour la vie d'un sportif.

La myosite ossifiante est caractérisée par la formation d'os au niveau du muscle. Elle se caractérise par une douleur chronique et un gonflement est palpable (18). Elle se développe souvent à la suite d'un traumatisme, au sein de l'hématome. Ainsi, le traitement de ce dernier peut être une solution pour limiter ce type de complication. L'échographie est un excellent outil pour diagnostiquer ce genre de pathologie car fournit une image précise de la calcification (23).

2.1.6 Physiopathologie

Il existe deux principales causes aux lésions musculaires. Les causes intrinsèques sont liées à la sollicitation du muscle. Cette dernière peut être supérieure aux capacités fonctionnelles du muscle. Par conséquent, le muscle ne peut pas supporter autant de tension et subit une lésion. L'autre cause, moins fréquente dans le sport, est la cause extrinsèque. Celle-ci est liée à un agent externe qui vient impacter et endommager le muscle. La blessure n'est donc pas liée à l'activité musculaire du muscle.

Les ischio-jambiers sont des muscles bi-articulaires qui permettent, lors d'une contraction concentrique, une extension simultanée de la hanche et une flexion du genou. Lors de la course ou d'un coup de pied, un allongement du muscle important apparaît lors de la flexion simultanée de la hanche et de l'extension du genou. Selon Opar et al., ces contraintes biomécaniques d'allongement exposent les ischio-jambiers à des lésions dues à la tension, car l'allongement peut dépasser les limites mécaniques du muscle (21).

Il faut comprendre les mécanismes des lésions musculaires pour pouvoir étudier ces dernières. Nous retrouvons deux grands mécanismes. La majorité des lésions musculaires ont lieu pendant la course. Il s'agit du mécanisme de type « sprint ». Les ischio-jambiers ont une forte activité frénatrice en excentrique lors de la fin de la phase oscillatoire au moment où le pied touche le sol. Ils sont les plus étirés lors de la course à ce moment précis (14,21). Selon Askling et al., ces lésions, lors des sprints, arrivent généralement lorsque la vitesse de course est proche de la vitesse maximale du coureur, là où les contraintes sur les muscles sont les plus importantes (24). Selon Chumanov et al., les ischio-jambiers subissent une grande quantité d'énergie avant le contact du pied en absorbant l'énergie du freinage de l'extension de genou (25–27). Les ischio-jambiers sont donc plus enclins à s'endommager pendant cette phase. Une fois le pied en appui sur le sol, les ischio-jambiers réalisent leur plus grande contraction concentrique en terme de force lors de la course (14). D'autres études semblent confirmer cette théorie, notamment dans le mouvement du coup de pied (28). En effet, l'étirement des ischio-jambiers associé à une contraction excentrique lors de la fin de la frappe semble être un autre mécanisme de lésions musculaires (29).

L'autre pathomécanisme est appelé « l'overstretching ». Littéralement, cela signifie « étirement au-delà de ses capacités ». Lors de l'étirement ample et rapide, on peut observer une désunion des fibres musculaires avec l'aponévrose. Les tissus conjonctifs ayant une capacité d'allongement moindre par rapport aux fibres musculaires, les lésions se font à la jonction des deux. Elles sont appelées lésions myo-aponévrotiques. L'étirement peut être actif ou passif. Askling et al. ont fait une étude sur les danseuses montrant qu'une surutilisation lors de l'étirement des ischio-jambiers avait pour conséquence des lésions myo-aponévrotiques. Ces blessures arrivent pour la plupart (91%) sur la partie proximale du muscle, proche du tubercule ischiatique (30). D'autre part, la majorité de ces blessures arrivent lors des étirements lents et prolongés (24,30). Ce type de blessure impliquerait un

retour au sport plus long que les blessures de type Sprint (31). En 2013, Askling et al. quantifient des valeurs prédictives de retour au sport en fonction du mécanisme lésionnel. Les blessures aux ischio-jambiers survenant lors d'activités de type sprint entraînaient une moyenne de 23 jours avant le retour au sport, tandis que les blessures aux ischio-jambiers survenant lors d'activités de type étirement entraînaient une moyenne de 43 jours avant le retour au sport chez les joueurs de football d'élite (32).

2.1.7 Les facteurs de risque

De nombreux facteurs de risques sont identifiés dans les lésions musculaires, notamment dans celles des ischio-jambiers. Nous avons choisi de les classer selon le modèle d'Edouard et al., en facteurs de risques modifiables et non modifiables (14).

2.1.7.1 Les facteurs de risque non modifiables

Au sein des facteurs de risques non modifiables, nous pouvons relever l'âge. Des études montrent que chez les sportifs de haut niveau, les plus âgés ont un risque plus élevé de souffrir d'une lésion musculaire (33). En effet, la prévalence peut augmenter d'environ 1,5 fois chaque année dans le football professionnel (21). Les raisons ne sont pas encore bien définies mais il semblerait que l'augmentation de la masse corporelle sans gain de masse musculaire pourrait favoriser l'apparition de blessures. Enfin la perte de flexibilité de hanche pourrait aussi en être la cause.

Comme développée ci-dessous, la présence d'une ancienne lésion musculaire perturbe la biomécanique du muscle et fragilise ce dernier (22).

Une hypothèse repose sur le fait que le biceps fémoral, étant innervé par deux racines nerveuses différentes, serait plus disposé à se léser. En effet, cette double innervation induirait une mauvaise coordination de la contraction au sein de ce muscle ce qui provoquerait davantage de lésions (21).

2.1.7.2 Les facteurs de risque modifiables

Trois principaux facteurs de risques modifiables sont décrits par Edouard et al. Tout d'abord, le déficit ainsi que le déséquilibre de force musculaire prédisposent à des lésions musculaires (34). La différence entre la force des ischio-jambiers et du quadriceps amène un déséquilibre car les ischio-jambiers sont dépassés par la force d'extension du genou lors de la course (14). Ce déséquilibre peut engendrer une lésion au niveau des ischio-jambiers.

Un déficit de souplesse majorerait aussi les risques de lésions musculaires. Cependant, selon Opar et al., il n'y a pas de corrélation entre la capacité d'étirement et la prévalence des lésions musculaires (21). En revanche, des études viennent à conclure qu'il existe une corrélation entre l'extensibilité des ischio-jambiers et les lésions (35,36). En effet, une réduction de l'extensibilité des ischio-jambiers en position assise serait un facteur de risque influençant le nombre de lésions des ischio-jambiers chez les joueurs de football d'élite (35,36).

L'entraînement intensif semble conduire à une fatigue musculaire généralisée. En période de fatigue, les propriétés proprioceptives des muscles sont réduites (14). Ainsi, la réponse des muscles aux étirements est retardée, ce qui peut conduire à des lésions musculaires. Enfin, lors d'un entraînement intensif, les ischio-jambiers sont plus fatigables que les quadriceps (37). Par conséquent le déséquilibre ischio-jambiers/quadriceps est majoré (21).

D'autres facteurs de risque modifiables sont décrits dans la littérature. Des hypothèses comme le déficit de flexion de hanche peut être associé aux risques de blessures des ischio-jambiers (38). Ces facteurs sont moins développés dans la littérature et plus sujets à la controverse.

2.1.8 La topographie de la lésion musculaire : une piste d'analyse ?

La lésion musculaire peut se créer dans différents endroits au niveau du muscle. En effet, la lésion musculaire peut se produire entre les fibres aponévrotiques et les fibres musculaires. Dans les ischio-jambiers et notamment le biceps fémoral, la présence d'un tendon central est une information majeure lors d'une lésion musculaire. La durée de convalescence peut varier en fonction de la lésion ou non de ce tendon (6,7).

Selon Askling et al., une lésion musculaire des ischio-jambiers au niveau du tendon proximal aurait pour conséquence une reprise du sport plus longue qu'une lésion musculaire située plus distalement dans les ischio-jambiers (39,40). D'autre part, les blessures impliquant le tendon intramusculaire et les fibres musculaires semblent nécessiter une période de retour au sport plus courte que celles impliquant le tendon proximal (12).

Selon Erickson et al., dans sa revue narrative, si le point le plus sensible à la palpation est proche de la tubérosité ischiatique alors la lésion musculaire sera associée à un temps de récupération plus long (12).

Toutes ces pistes d'analyse semblent nous apporter des premières réponses. Cependant aucune d'entre elles ne s'intéresse pleinement à l'échographie. Cette constatation nous amène donc au point suivant de notre cadre conceptuel.

2.2 Le rôle de l'échographie dans les lésions musculaires

2.2.1 Définition

L'échographie est une technique permettant de visualiser certains organes internes ou un fœtus grâce à l'emploi des ultrasons. Cette technique permet de mettre en évidence les différents tissus de l'organisme en fonction de leurs propriétés physiques (26).

L'échographie apparaît dans le milieu du XX^{ème} siècle et s'est énormément développée depuis. Ses utilisations sont variées et elle devient un outil de diagnostic très utilisé dans plusieurs domaines médicaux. Elle est souvent comparée à l'imagerie par résonance magnétique (IRM). L'IRM permet d'obtenir des images précises et de bonne qualité des différentes structures du corps humain. Cependant, les délais d'attente peuvent être très longs et le coût du matériel et de ses consommations énergétiques est élevé. Ainsi, l'échographie se révèle être un outil de substitution intéressant.

De nombreuses classifications, comme la classification de Durey et Rodineau ou celle de la conférence de consensus de Munich, utilisent l'échographie dans le diagnostic de la lésion musculaire.

Enfin, seuls les médecins formés à l'utilisation de l'échographie sont habilités à fournir un diagnostic précis de la lésion musculaire accompagné d'un compte rendu de l'échographie. En France, pour les masseur-kinésithérapeutes, cet outil ne peut pas être utilisé comme un outil de diagnostic officiel mais plus sous le terme d'échoscopie. Ainsi, les professionnels de santé se doivent de respecter les frontières de leur profession pour éviter toute dérive et exercice illégal.

2.2.2 Echographie du muscle et de la lésion musculaire

L'échographie, quand les paramétrages sont bien ajustés, permet de visualiser tous les éléments anatomiques des loges musculaires (41) (*Annexe 1*). D'une part, les fibres musculaires et l'endomysium génèrent peu d'écho. A l'échographie, elles apparaissent hypoéchogènes, c'est-à-dire gris foncé. D'autre part, les tissus conjonctifs, comme l'épimysium et le péri-mysium, apparaissent en gris clair. Ils sont donc hyperéchogènes.

L'orientation de la sonde permet de différencier les différentes structures. En effet, sur les coupes sagittales, nous pouvons constater l'aspect penné des différents groupes musculaires. Sur des coupes transversales, nous pouvons voir l'architecture du muscle. Les fibres musculaires hypoéchogènes entourées du péri-mysium hyperéchogène donnent un aspect ponctué au muscle (41). D'autre part, l'échographie nous permet d'apprécier l'arrimage des fibres musculaires sur les enveloppes aponévrotiques qui composent le muscle.

Lors d'un examen échographique, nous pouvons demander au patient de contracter son muscle. Nous aurons donc une image dynamique du muscle et ainsi une compréhension fonctionnelle de la biomécanique de la lésion musculaire. Ainsi, lors de la contraction musculaire, le volume des fibres musculaires augmente. Nous aurons donc une image plus hypoéchogène avec les cloisons aponévrotiques hyperéchogènes (41). Ces dernières peuvent changer d'orientation lors de la contraction musculaire.

Les différentes zones de lésions musculaires sont visibles grâce à l'échographie. Ainsi, nous pouvons différencier les lésions de la jonction musculo-aponévrotique centrales ou périphériques. Les désinsertions tendineuses peuvent être diagnostiquées. Elles seront soit entre le tendon et le muscle (myotendineuse), soit entre l'os et le tendon (ostéotendineuse).

Pour bien diagnostiquer une lésion musculaire par échographie, il faut tout d'abord connaître la représentation échographique de ce muscle lorsqu'il est sain. Nous allons donc détailler l'analyse échographique des ischio-jambiers du proximal au distal. Sur une coupe transversale, nous pouvons voir sur la face postéro-latérale de l'ischion l'enthèse du tendon conjoint des ischio-jambiers en dedans du tendon du semi-membraneux (figure 2).

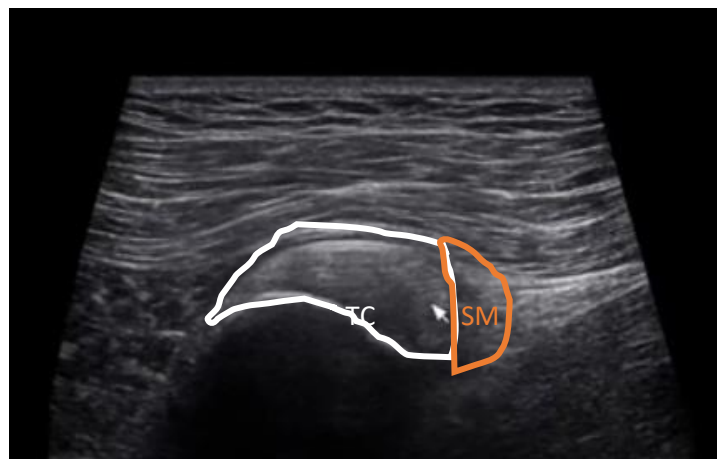


Figure 2 : Coupe transversale échographique de l'enthèse proximale des ischio-jambiers avec le tendon conjoint (TC) et le tendon du semi-membraneux (SM).

Plus distalement, le corps charnu du muscle semi-tendineux est détaché du tendon conjoint. Ensuite, le muscle biceps fémoral apparaît en latéral du tendon conjoint. Au même niveau, le tendon du semi-membraneux se situe à la face profonde du corps charnu du semi-tendineux. La partie proximale du semi-membraneux apparaît par la suite médialement au semi-tendineux. Cette partie a une forme de triangle dont le sommet latéral vient s'attacher à une membrane reliant le tendon du semi-membraneux à son corps charnu. Cette membrane conjonctive sépare les adducteurs de la partie profonde du semi-tendineux.

Au tiers moyen de la cuisse, on constate l'apparition de la cloison sigmoïde du muscle semi-tendineux. Cette cloison conjonctive s'apparente à un voile qui se déplace vers la face médiale de la cuisse si l'on se déplace distalement dans le muscle (figure 3). Toujours, au tiers moyen de la cuisse, apparaît la portion du court biceps qui s'insère sur la partie postérieure de la diaphyse fémorale (figure 3).

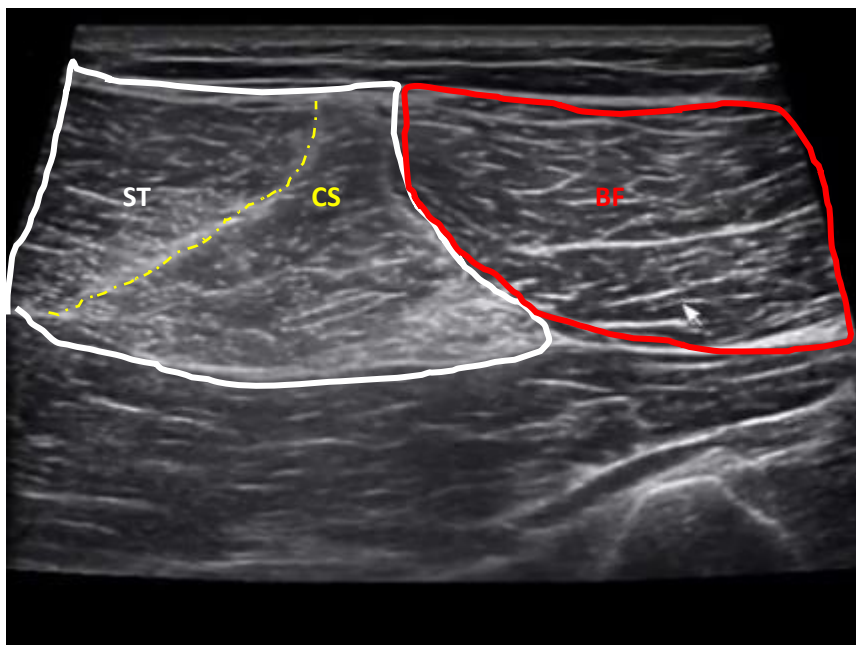


Figure 3 : Coupe transversale échographique au niveau du tiers moyens de la cuisse avec le semi-tendineux (ST), la cloison sigmoïde (CS) et le biceps fémoral (BF).

Le corps charnu se situe entre la portion longue du biceps fémoral et du vaste latéral. Chaque portion du biceps fémoral possède son propre fascia. Cependant ces deux fascias sont accolés. Deux cloisons conjonctives frontales sont présentes au tiers moyen de la cuisse et sont souvent le siège des lésions musculaires. Une de ces cloisons est présente dans le muscle semi-membraneux. Elle prend son origine en regard de l'extrémité distale du tendon. Elle se dirige vers le bas et le dedans. Celle de la portion longue du muscle biceps fémoral se dirige vers le

bas et le dehors. Au tiers inférieur de la cuisse, le muscle semi-tendineux diminue de volume et se situe à la face postérieure du corps charnu du muscle semi-membraneux. L'aspect de la coupe échographique transversale est comparé à « une cerise sur un gâteau » (figure 4). Le tendon inférieur du semi-tendineux remonte dans la partie inférieure du muscle.

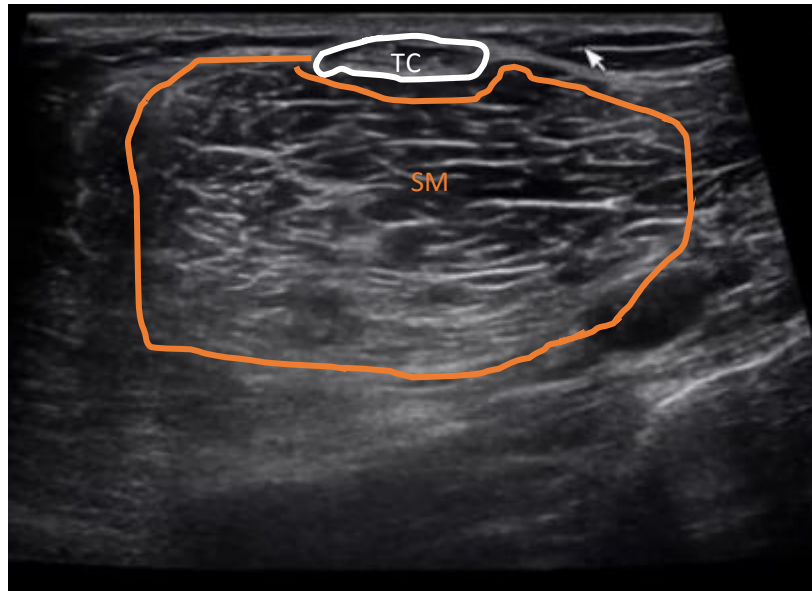


Figure 4 : Coupe transversale échographique du tiers inférieur de la cuisse avec le tendon distal du semi-tendineux (ST) et le semi-membraneux (SM).

On constate une grande jonction myo-tendineuse pour le muscle semi-tendineux en distal. Enfin, la portion longue du muscle biceps fémoral se confond à la courte portion pour former le tendon distal du biceps fémoral s'insérant sur la tête de la fibula.

2.2.3 Echographie : Un outil diagnostique fiable ?

L'échographie est un outil plus accessible que l'imagerie par résonance magnétique notamment par son coût bien moins élevé (42). De plus, cet outil nous permet de réaliser des images dynamiques des lésions musculaires afin de déterminer la taille et l'épaisseur d'une lésion musculaire (43). L'échographie permet aussi de confirmer la présence ou non d'une lésion musculaire après l'examen clinique et d'orienter les patients vers une intervention chirurgicale en fonction de la gravité de la lésion (11). Cependant, l'utilisation de l'échographie présente un certain nombre de limites, notamment les différences inter et intra-opérateurs.

2.3 La diversité des classifications

La classification d'O'Donoghue apparaît en 1962. Ce dernier décrit 3 grades classifiant les lésions musculaires. Cette classification est celle qui est la plus souvent utilisée dans les pays anglo-saxons.

- Grade I : Pas de déchirure mais une perte de fonction et de force et une petite réponse inflammatoire.
- Grade II : Quelques dégâts tissulaires, la force est diminuée mais il reste de la fonction.
- Grade III : Déchirure complète avec perte de la fonction.

La classification historique de Durey et Rodineau publiée en 1998 est beaucoup utilisée en France. Celle-ci décrit 5 stades anatomo-histologiques. Ces stades sont déterminés par un examen échographique 48 heures après la lésion musculaire. Elle évalue le nombre de faisceaux musculaires lésés, la présence ou non d'une atteinte au niveau du tissu conjonctif et la présence ou non d'un hématome intra-musculaire ainsi que son volume.

- Stade 0 : Les courbatures.
- Stade 1 : Les elongations.
- Stade 2 : Les claquages.
- Stade 3 : Les déchirures.
- Stade 5 : Les ruptures.

Dans le stade 2, quelques fibres musculaires sont atteintes de façon irréversible. Le tissu conjonctif est lésé. A l'échographie, nous pouvons constater une zone hyperéchogène localisée au niveau de la lésion avec une désorientation des faisceaux. Les contours de la lésion sont flous. Le saignement de ces quelques fibres musculaires a pour conséquence une diffusion du train d'ondes qui donne des prolongements hyperéchogènes.

Lors d'une lésion de stade 3, plusieurs éléments sont constatables à l'échographie. Pour rappel, ce sont des lésions des jonctions myoaponévrotiques avec un hématome intramusculaire. L'examen échographique se fait environ 48 heures après la lésion afin de laisser l'hématome s'installer. Ce dernier sera plus ou moins hypoéchogène et s'accumulera au niveau de la lésion. D'autre part, l'échographie montrera la désinsertion des fibres musculaires de leur attache aponévrotique. Enfin, le stade 4 est la rupture totale du muscle. L'échographie montrera généralement la désinsertion du muscle au tendon ou à l'aponévrose.

La désinsertion peut être représentée comme un « battant de cloche » (41). Entre les deux structures rompues nous constaterons la présence d'un hématome hypoéchogène voire anéchogène.

Cette classification est validée en France mais tous les sportifs ne passent pas par l'échographie pour le diagnostic de leur blessure musculaire. D'autre part, tous les praticiens ne possèdent pas d'échographe et/ou ne sont pas formés en échographie.

Nous voyons que les nombreuses classifications existantes ne sont pas aussi précises les unes que les autres. D'autre part, avec le développement des nouvelles technologies, l'absence de consensus et la démocratisation du matériel d'imagerie médicale, de nouvelles classifications sont créées (44).

La conférence de consensus de Munich en 2012 a rassemblé de nombreux experts sur la question (45). Une nouvelle classification en est ressortie en se basant sur l'expérience des différents experts. Une distinction des blessures musculaires est faite entre les mécanismes intrinsèques ou extrinsèques. Cette classification aborde les lésions musculaires de manière globale. Les lésions musculaires directes (ou extrinsèques) regroupent les lésions de types contusions ou lacérations. Les lésions musculaires intrinsèques ou indirectes sont définies comme des lésions fonctionnelles ou structurelles. Quatre principaux types de lésions musculaires constituent la catégorie de lésions indirectes. Chaque catégorie est ensuite divisée en deux sous parties. Les types 1 et 2 seraient des troubles musculaires fonctionnels et les types 3 et 4 des troubles musculaires structurels.

- Type 1 : Troubles liés au surmenage.
 - 1A : Trouble musculaire induit par la fatigue.
 - 1B : Douleur musculaire d'apparition retardée. Cette catégorie regroupe les courbatures.
- Type 2 : Troubles d'origines neuromusculaires.
 - 2A : Trouble lié à la colonne vertébrale et aux structures associées.
 - 2B : Trouble lié au muscle.
- Type 3 : Déchirures musculaires partielles.
 - 3A : Déchirure mineure.
 - 3B : Déchirure modérée.

- Type 4 : Déchirures musculaires totales.

Tous les détails pris en compte par la classification du consensus de Munich fait de cette dernière une référence complète (44). Malgré sa validation à l'international, elle n'est pour autant pas ou très peu utilisée en France.

Nous remarquons donc une grande diversité de classification. Aucune d'entre elles ne fait état. Par conséquent, il est difficile de déterminer si une classification est meilleure qu'une autre. Cette diversité pose un réel problème concernant le pronostic du retour au sport.

2.4 Traitement de la lésion musculaire

La prise en charge de la lésion musculaire varie en fonction de la sévérité de la lésion. Il existe un consensus professionnel pour la prise en charge de ces lésions concernant la phase aiguë. Il s'agit du protocole RICE en Anglo-Saxon ou GREC pour les Français. Il s'agit de l'association de glace, de repos, d'élévation du membre inférieur et de contention (46,47).

La phase aiguë, selon la sévérité, se situe entre le premier et le 14^{ème} jour. L'arrêt des activités physiques intenses est important pour éviter les risques de récives. En effet, limiter l'apparition de nouvelles contraintes sur la lésion musculaire évite que cette dernière ne s'aggrave (14). La cicatrisation sera plus efficiente. Il est important de solliciter le muscle à faible intensité. La glace aura un effet antalgique. Par la vasoconstriction des vaisseaux face au froid, cela devrait permettre de drainer une partie de l'hématome et de l'œdème. La glace doit être enveloppée dans un torchon humide et mise au regard de la lésion pendant une vingtaine de minutes. La contention est à réaliser rapidement au niveau du muscle lésé. Elle peut être mise en place avec des bandes cohésives pour faciliter l'ajustement du bandage. Elle permet de rapprocher les berges de la cicatrice musculaire et ainsi d'éviter la prolifération d'un œdème et d'un hématome. Enfin, l'élévation du membre inférieur au-dessus du niveau du cœur permet de favoriser le retour veineux et le drainage de l'œdème. La prise d'antalgiques peut être recommandée pour lutter contre la douleur, même si cette dernière nous informe sur les tensions qui sont exercées sur la cicatrice. L'inflammation est utile à l'organisme pour amener les éléments réparateurs de la lésion. Ainsi, la prise d'anti-inflammatoires n'est pas recommandée(47). Tous les massages et les étirements sont à proscrire lors de la phase aiguë. Ils risquent d'aggraver la plaie et d'allonger le temps de cicatrisation. La phase suivante de la rééducation ne sera possible que si le patient peut

marcher sans aide technique et sans douleur et que la force de son muscle lésé est d'environ 50% de la force normale en contraction isométrique (46).

La phase de remodelage varie entre 3 et 21 jours selon la lésion. La rééducation consiste en un travail musculaire doux, infra-douloureux et excentrique associé à des étirements doux. Le but est de favoriser la cicatrisation afin qu'elle soit fonctionnelle et qu'elle ne perturbe pas la biomécanique du muscle (48). D'autre part, l'exercice musculaire permet de lever les sidérations et prévenir l'amyotrophie des muscles. Enfin, un travail de renforcement des autres groupes musculaires de la hanche, du tronc et du genou est important car l'inactivité due à la lésion d'un muscle peut diminuer les capacités des autres muscles. Nous pouvons poursuivre la cryothérapie notamment à la fin des séances. Une fois les amplitudes articulaires retrouvées, une force musculaire égale au côté sain et la possibilité de courir sans douleur, la troisième phase de la rééducation pourra commencer (46).

La dernière phase est aussi appelée la phase de réathlétisation. Le travail musculaire spécifique au sport du patient ainsi qu'un travail de prévention des récurrences permettront la reprise de la compétition. Cette phase peut durer de 14 jours à 6 mois en fonction de la gravité de la blessure (46).

2.5 Déterminer le « Return to play » : une problématique majeure chez les sportifs

Le retour au sport ou le retour à la compétition est souvent le siège de discussions et de conflits entre le médecin, le sportif, le kinésithérapeute et le coach. En effet, l'appellation même de ce terme varie entre « return to play », « return to sport » ou encore « return to compétition ». N. van der Horst et al., établissent une définition du retour au jeu dans leur étude se basant sur un consensus professionnel (49). Ils stipulent que le retour au jeu « est défini comme le moment où un joueur a reçu une autorisation médicale basée sur des critères et est mentalement prêt pour disputer un match ou un entraînement complet à une intensité maximale ». Cette définition montre bien la complexité du retour au sport. Il se base sur des facteurs physiques, médicaux et psychologiques. Il ne faut donc pas déterminer le retour au sport uniquement sur un seul de ces facteurs. Le consensus de 2016 utilise quant à lui la notion du retour au sport (return to sport) (50). Selon les auteurs, cette appellation prend en compte tous les sports et pas uniquement les sports collectifs comme la notion de retour au jeu peut faire référence. De plus, le retour au sport y est décrit comme un continuum précis. En premier la blessure, puis le retour à la participation, puis le retour au sport et enfin le retour

à la compétition. Ces deux références nous montrent bien la difficulté d'établir une définition universelle du retour au sport. Nous avons donc fait le choix d'utiliser la définition de Van des Horst et al qui semble se rapprocher de la définition du retour à la compétition du consensus de 2016 (49). Le retour au sport sera donc le moment où le sportif pourra reprendre son activité au maximum de ses capacités sans restriction.

Peu d'améliorations ont été constatées ces dernières années pour éviter les récurrences dans les lésions musculaires. Ces récurrences peuvent être la conséquence d'un mauvais traitement se basant uniquement sur des critères subjectifs comme la douleur. Le traitement de la lésion musculaire est souvent un traitement non fonctionnel qui ne prend pas en compte le mécanisme lésionnel des blessures aux ischio-jambiers. Enfin, le côté multifactoriel des blessures doit être pris en compte afin d'améliorer la prise en charge de ces lésions (51).

En 2015, Shrier met en place une matrice cherchant à mieux déterminer le retour au jeu en se basant sur plusieurs critères. Cette stratégie d'évaluation des risques et de la tolérance des risques (StARRT) est présentée dans la figure ci-dessous (52) (Figure 5).

La stratégie prend en compte la dimension multifactorielle du retour au sport dans les lésions musculaires. Dans le premier « Step », l'objectif est d'évaluer l'état de la blessure d'un point de vue structurel en se basant sur les symptômes, le type de patient ou encore sur des tests spécifiques. Le deuxième « Step » repose sur le type de sport pratiqué par le sportif ainsi que toutes les caractéristiques liées à son poste et à sa manière de pratiquer le sport. Enfin, le « Step 3 » regroupe l'évaluation des risques tolérables comme les circonstances de la saison, la confiance du sportif sur son membre blessé et le contexte de la saison.

Tous ces tests cliniques permettent de prendre la décision d'autoriser le sportif à retourner sur le terrain. Cependant, ces tests ne permettent pas de prédire la durée d'indisponibilité du sportif.

Actuellement, il n'y a donc pas de consensus concernant la prise de décision dans la reprise du sport après une lésion musculaire des ischio-jambiers, étant donné le manque de standardisation et de critères objectifs clairs.

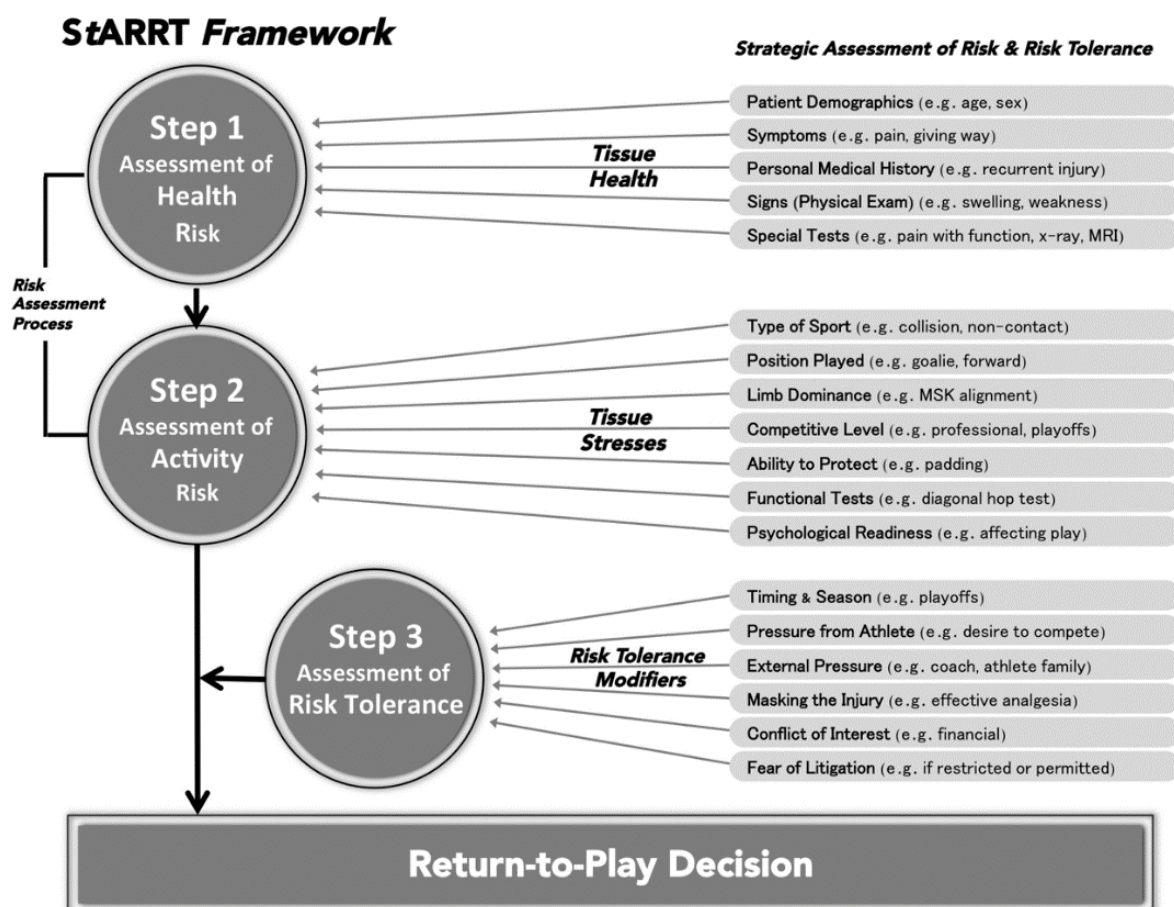


Figure 5 : Stratégie d'évaluation des risques et de la tolérance des risques (StARRT)

3 Démarche de questionnement

3.1 Construction de la problématique

Ces nouvelles informations nous montrent qu'il existe un flou dans la littérature concernant le pronostic du retour au sport. De nombreux facteurs ont plus ou moins d'influence sur ce pronostic ce qui rend difficile la prise de décision. La santé des sportifs est donc impactée et les risques de récives ne sont pas éloignés.

Les enjeux qu'implique un retour au sport optimal sont grands. En effet, le nombre conséquent de lésions des ischio-jambiers dans le sport de compétition associé au nombre de récive rend le problème urgent à traiter.

D'autres constatations nous montrent que les délais de reprise du sport varient en fonction des sportifs pour un même type de lésion. On peut se demander si la prise en charge doit être la même en fonction des patients et des caractéristiques histologiques de la lésion musculaire des ischio-jambiers.

Nous avons constaté que l'échographie et l'imagerie médicale en général permettent de bien visualiser les différents tissus qui composent le muscle. De plus, plusieurs études nous informent que la localisation de la lésion a son importance dans le retour au sport et qu'une lésion proche des tissus conjonctifs ou une lésion proche du tendon proximal semble mettre plus de temps à cicatriser.

Cette réflexion nous rapporte que de nombreux facteurs et critères peuvent influencer la reprise du sport chez un sportif. Nous avons mis en évidence que l'échographie est un outil utilisé pour diagnostiquer la présence ou non d'une lésion musculaire.

Nous pouvons faire l'hypothèse qu'il puisse exister une corrélation entre les caractéristiques de la lésion musculaire des ischio-jambiers déterminées par l'échographie et la durée du retour au sport chez les sportifs.

Dans quelle mesure, l'utilisation de l'échographie dans la recherche des caractéristiques d'une lésion musculaire des ischio-jambiers peut permettre de quantifier un temps de retour au sport chez les sportifs ?

4 Méthode de recherche utilisée

Pour approfondir notre questionnement, nous avons choisi de réaliser une revue de la littérature. Cette méthode nous permettra de déterminer si l'utilisation de l'échographie est pertinente comme outil de pronostic de retour au sport au regard de la littérature scientifique. Nous nous sommes appuyé sur les recommandations de la Cochrane handbook (53). Nous avons utilisé le logiciel Zotero pour le recensement des différentes références de la littérature. Pour interroger la littérature, nous avons mis en place une équation de recherche à partir du modèle Patient – Intervention – Comparaison – Outcome (PICO) (Tableau 1).

4.1 Bases de données interrogées

Nous avons fait le choix d'utiliser à la fois une base de données orientée sur le métier de masseur-kinésithérapeute et des bases de données plus riches en littérature car orientées sur la santé en général. La base de données en physiothérapie est Physiotherapy Evidence

Database (PEDro). Les bases de données plus générales sont Pubmed et ScienceDirect. Elles ont été interrogées dans le courant du mois de mars 2020.

4.2 Définition des critères PICO

Tableau 1 : Définition des critères PICO

Critère PICO	Définition	Mots-clés
Population	Sportifs ayant subi une lésion musculaire des ischio-jambiers	Français : Lésion myo-aponérotique, lésion musculaire, déchirure musculaire Anglais : Hamstring strain, hamstring injury, thigh injury
Intervention	Echographie de diagnostic	Français : Echographie, sonographie Anglais : Ultrasound imaging, Ultrasonography, sonography
Comparateur		
Outcome	Délai de retour au sport	Français : Retour au sport, retour terrain, retour au jeu Anglais : return to play, return to sport, return to game

4.3 Création d'une équation de recherche

La détermination des différents mots clefs grâce aux critères PICO nous a permis de mettre en place une équation de recherche pour chaque base de données interrogée. D'autre part, pour faire face au silence documentaire, nous avons adapté l'équation de recherche en fonction de la base de données interrogée. La base de données Science Direct ne permettait pas de mettre une équation de recherche aussi longue que pour celle de Pubmed. Ainsi, nous avons fait le choix de la diminuer tout en évitant le silence ou le bruit documentaire.

L'utilisation d'opérateurs booléens nous a permis de créer ces équations de recherche en associant les synonymes des mots clefs correspondant aux critères PICO.

La recherche documentaire répondant aux critères cités ci-dessus nous a permis de récolter 254 références exposées dans le tableau ci-dessous (Tableau 2).

Tableau 2 : Synthèse de la collecte de données

Date de requête	Bases de données interrogées	Équation de recherche appliquée	Nombre de résultats
05/02/2020	PEDro	Titre : sonography Body part : thigh or hip Clinical trial	3
05/02/2020	PEDro	Titre : ultrasound imaging Body part : thigh or hip Clinical trial	5
05/02/2020	PEDro	Titre : ultrasound Body part : thigh or hip Clinical trial	54
09/03/2020	PubMed	("hamstring strain" OR "hamstring injuries" OR "lower limb injuries" OR « hamstring injury ») AND ("return to play" OR "return to sport" OR "return to competition") AND (ultrasound OR us OR sonography OR echography) AND (diagnosis OR diagnostic OR pronostic)	40
09/03/2020	ScienceDirect	("hamstring strain" OR "hamstring injuries" OR "lower limb injuries" OR « hamstring injury ») AND ("return to play" OR "return to sport" OR "return to competition") AND (ultrasound OR sonography OR echography) AND (diagnostic OR pronostic)	152

4.4 Critères d'inclusion et d'exclusion

Afin de sélectionner les articles à étudier nous avons mis en place des critères d'inclusion et d'exclusion.

Tout d'abord nous avons inclus les articles sous forme d'études contrôlées randomisées, des études de cohorte, des séries de cas ainsi que des études de cas afin d'avoir le maximum de références dans notre revue de littérature. D'autre part, les articles ne respectant pas la structure Introduction-Méthode-Résultat-Analyse-Discussion (IMRAD) ne sont pas inclus.

Les articles sont inclus s'ils respectent nos critères PICO. La population étudiée doit être des sportifs souffrants d'une lésion aiguë des ischio-jambiers sans rupture totale. Tout article traitant de lésions chroniques des ischio-jambiers ou de lésions d'autres muscles sera exclu. L'intervention devra être un examen échographique de diagnostic pronostiquant le retour au sport. Enfin le temps de reprise du sport devra être évalué.

Nous avons fait le choix d'inclure la totalité des sports ainsi que tous les niveaux de pratique des sportifs et de ne pas spécifier le grade de la lésion musculaire hormis d'exclure les ruptures totales des ischio-jambiers.

Les articles qui ne sont ni en Français ni en Anglais sont exclus car ce sont les langues que nous ne maîtrisons pas.

Nous décidons d'inclure les articles ayant un score PEDRO supérieur à 5/10 pour les études contrôlées randomisées. Pour les études de cohorte, le niveau de preuve doit être bon ou moyen selon les critères de l'échelle de Newcastle-Ottawa (*Annexe 2*). Enfin, pour les études de cas, nous utiliserons la grille de lecture Care.

4.5 Sélection des articles

Le processus de sélection des articles est détaillé dans le diagramme de flux ci-dessous (Figure 6).

Après une interrogation précise des bases de données PEDro, Pubmed et Science Direct nous avons collecté 254 articles au total.

La première étape est l'exclusion des doublons. Nous avons, grâce au logiciel Excel, déterminé et exclu 5 articles en doublons. La lecture des titres des articles ainsi que des résumés nous a permis de trier les articles ne répondant pas à nos critères PICO. Ainsi, parmi les 249 références restantes, nous en avons exclu 241. Nous avons exclu toutes les références qui ne sont pas des études contrôlées randomisées, des études de cas ou des études de cohorte. Les chapitres de livre, les revues narratives ainsi que tout autre type de références ont été écartés de notre processus de sélection.

A la fin de cette étape, nous avons lu le contenu des 8 références restantes afin de déterminer si elles correspondent à notre revue de littérature. 6 d'entre elles ne correspondent pas aux critères souhaités.

Ainsi deux études sont sélectionnées à la fin de la phase d'inclusion. Elles sont donc utilisées dans notre revue de littérature pour répondre à notre question de recherche.

A la suite de lectures complémentaires, 3 sources répondant à nos critères PICO ont été examinées. Deux références non présentes dans notre recherche initiale ont donc été incluses, ce qui porte à 4 le nombre articles inclus dans notre revue de littérature.

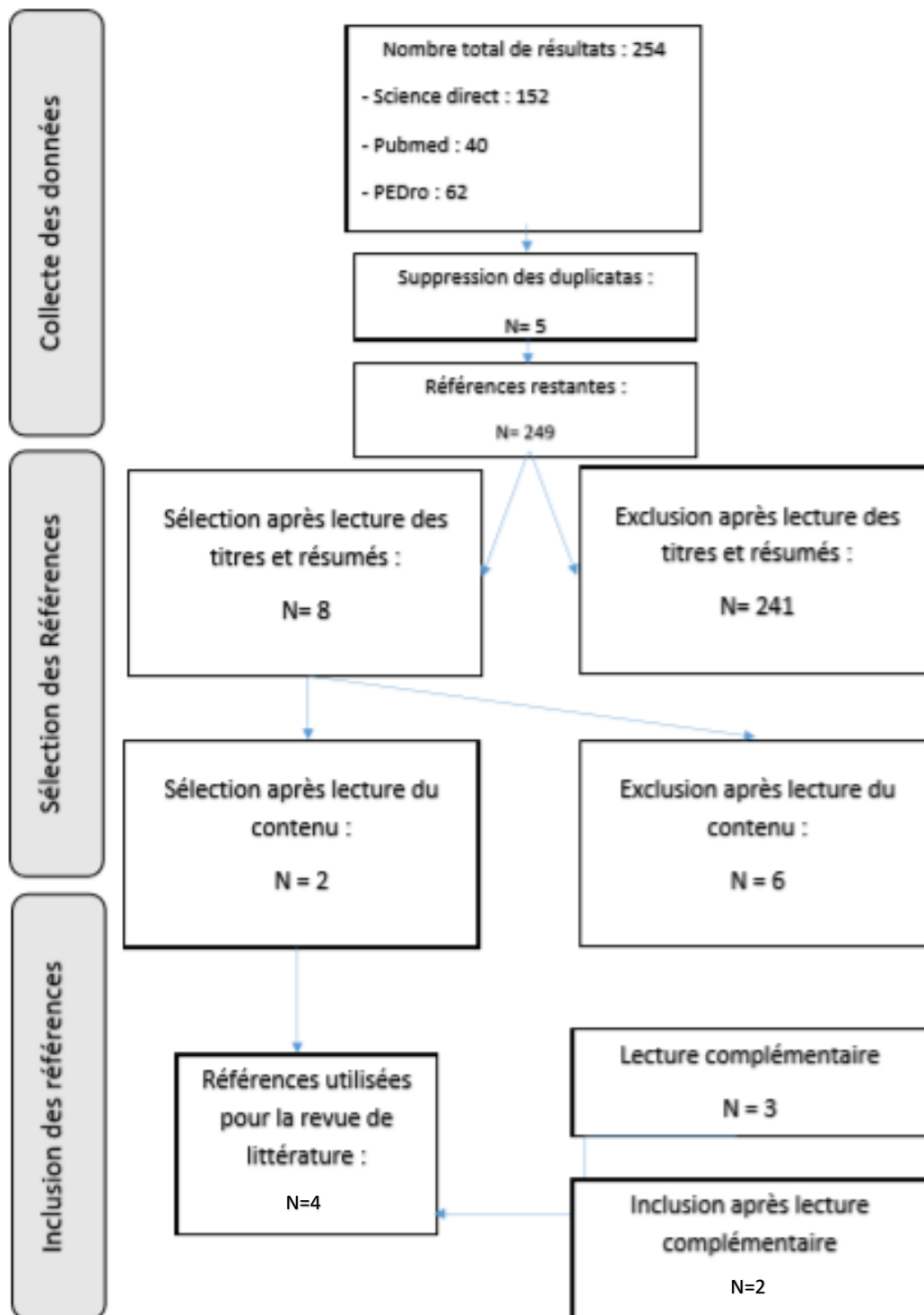


Figure 6 : Diagramme de flux

5 Résultats et analyses des résultats

5.1 Présentation des articles retenus

Comme exposé précédemment, nous avons retenu un total de quatre articles pour notre revue de littérature. L'un de ces articles est une étude de cohorte basée sur le pronostic de retour au sport des sportifs de l'INSEP (54). L'autre article est une série de cas présentant le pronostic échographique du retour au sport chez des footballeurs (55). Le troisième article retenu est une étude de cohorte évaluant le pronostic du retour au sport en comparant l'examen clinique à l'examen échographique (56). Enfin le dernier article retenu est une étude de cohorte évaluant le pronostic du retour au sport chez des sportifs en associant l'examen clinique à l'examen échographique (57) (Tableau 3). Ce dernier article a été inclus après le premier rendu de ce mémoire.

Tableau 3 : Présentation synoptique des articles inclus

Titre	Auteurs	Date	Type d'étude	Population
Ultrasound-detected connective tissue involvement in acute muscle injuries in elite athletes and return to play: The French National Institute of Sports (INSEP) study	Renoux, Jérôme; Brasseur, Jean-Louis; Wagner, Mathilde; Frey, Alain; Folinais, Dominique; Dibie, Christian; Maiza, Djamilia; Crema, Michel D.	2019	Etude de cohorte	Sportifs de haut niveau de tous sports.
The diagnostic and prognostic value of ultrasonography in soccer players with acute hamstring injuries	Petersen, Jesper; Thorborg, Kristian; Nielsen, Michael Bachmann; Skjødt, Thomas; Bolvig, Lars; Bang, Niels; Hölmich, Per	2014	Série de cas	Footballeurs participant à l'une des cinq premières divisions de football du Danemark.
Posterior Thigh Muscle Injuries in Elite Track and Field Athletes	Malliaropoulos N. Papacostas E. Kiritsi O. et al.,	2010	Etude de cohorte	Athlètes d'élite en athlétisme (concourant aux niveaux national et international)
Value of sonography combined with clinical assessment to evaluate muscle injury severity in athletes	Yannick Guillodo, Ronan Bouttier, Alain Saraux	2011	Etude de cohorte	Sportifs de tous sports.

5.2 Evaluation méthodologique des études

L'étude de Renoux et al., l'étude de Malliaropoulos et al. et l'étude de Guillodo et al., sont des études de cohorte. Nous avons donc utilisé l'échelle de Newcastle-Ottawa Assessment Form afin de connaître leur puissance méthodologique et de savoir si les résultats de l'étude ont une bonne valeur scientifique.

Pour savoir si une étude de cohorte est de bonne ou de moins bonne qualité, l'interprétation des résultats est basée sur les critères suivants :

- Bonne qualité : 3 ou 4 étoiles dans le domaine de la sélection ET 1 ou 2 étoiles dans le domaine de la comparabilité ET 2 ou 3 étoiles dans le domaine des résultats/de l'exposition
- Qualité équitable : 2 étoiles dans le domaine de la sélection ET 1 ou 2 étoiles dans le domaine de la comparabilité ET 2 ou 3 étoiles dans le domaine des résultats et de l'exposition
- Qualité médiocre : 0 ou 1 étoile dans le domaine de la sélection OU 0 étoile dans le domaine de la comparabilité OU 0 ou 1 étoile dans le domaine des résultats de l'exposition

Nous avons constaté que dans le premier item « sélection » de cette échelle, les études récoltent 4 étoiles. Dans le deuxième item « comparabilité », les études récoltent une étoile. Enfin dans la catégorie des résultats et de l'exposition, les études récoltent 3 étoiles.

Le niveau de preuve des études de cohorte est de niveau 2. Selon les recommandations de la Haute Autorité de Santé ce niveau de preuve correspond au grade B. Ce grade nous informe qu'il y a une présomption scientifique mais que les preuves scientifiques ne sont pas établies.

Enfin le niveau de preuve scientifique des séries de cas est de 4. Selon la Haute Autorité de Santé cela correspond à un grade C. Ce grade nous informe que l'article de Petersen et al. a un faible niveau de preuve.

Malgré la bonne qualité méthodologie de ces études, le design des études choisi par les auteurs rend pauvre les preuves méthodologique. Ainsi, les résultats des études sont à pondérer plus particulièrement les résultats de l'étude de Petersen et al. L'analyse des

résultats de ces études nous apportera tout de même des éléments de réponses à notre question de recherche.

5.3 Caractéristiques des études incluses

Dans cette partie, nous allons détailler les protocoles des différentes études. Un tableau récapitulatif des méthodologies est présenté ci-dessous (Tableau 4)

5.3.1 Série de cas de Petersen et al

L'étude de Petersen et al., est une série de cas datant de 2014. 51 footballeurs de la ligue danoise sont regroupés. Dans cette étude, la totalité des joueurs sont des footballeurs évoluant dans une des 5 premières divisions de football danois. 8 sportifs ont été classés dans la catégorie des joueurs d'élite nationale car ils appartenaient à des équipes de première ou de deuxième division. Les autres joueurs ont été classés dans la catégorie de « sous élite ». Les équipes de football incluses dans l'étude ont été suivies entre janvier et décembre de l'année 2008. Une lésion musculaire a été définie comme toute affection physique survenant soudainement dans la région postérieure de la cuisse et subie au cours d'un match de football ou d'un entraînement, indépendamment de la nécessité de soins médicaux ou de la perte de temps liée aux activités de football.

Parmi les footballeurs blessés, les deux tiers des lésions musculaires étaient localisés au niveau du muscle biceps fémoral. Le tiers restant des lésions musculaires était localisé au niveau du muscle semi-tendineux. Aucune blessure du muscle semi-membraneux n'a été observée. Un examen échographique de la lésion musculaire des ischio-jambiers a été réalisé entre 1 et 10 jours après la blessure. La moyenne du délai de l'examen est de 5,2 jours.

L'examen échographique a été réalisé dans plusieurs hôpitaux par des radiologues ayant au moins 10 ans d'expérience en échographie musculo-squelettique. Le poste des joueurs de football a été précisé lors de l'examen. La lésion musculaire était déterminée par la présence d'une rupture de fibres, d'une hémorragie et/ou d'un œdème et de la longueur en millimètres de la lésion. L'examen échographique se faisait en suivant un protocole standardisé.

- Positionner le joueur en position couchée sur une table sans que les pieds ne touchent la table (pour assurer 0° de flexion dans les articulations des hanches et des genoux)

- Scanner les muscles biceps fémoraux, semi-tendineux et semi-membraneux longitudinalement et transversalement depuis leur origine au niveau de la tubérosité ischiatique jusqu'à leur insertion à l'articulation du genou
- Noter le nom du (des) muscle(s) blessé(s)
- Noter le(s) site(s) de la blessure (tendon, muscle, jonction musculotendineuse)
- Noter la longueur de la zone blessée (en mm)
- Noter la présence de calcification (myosite ossifiante)

Seules les blessures intrinsèques et aiguës ont été incluses dans cette étude. La durée du retour au sport a été évaluée entre le jour de la blessure et le retour au sport. La définition du retour au sport était que le joueur pouvait soit participer pleinement à l'entraînement collectif de l'équipe sans restriction soit pouvait être sélectionné par son coach pour la compétition. Seul le personnel médical pouvait autoriser le retour au sport. Enfin, un coefficient de corrélation de Pearson a été calculé entre la longueur de la lésion musculaire et le temps de retour au sport. Le niveau significatif est fixé à $P < 0,05$.

5.3.2 L'étude de cohorte de Renoux et al.

L'étude de Renoux et al., est une étude de cohorte datant de 2019. 70 athlètes d'élite sont regroupés dans cette étude de façon rétrospective de 2011 à 2014. Aucune distinction entre les sports n'a été réalisée par les auteurs. Sur les 70 athlètes étudiés, 44,3%, soit 31 sportifs, ont souffert d'une lésion musculaire au niveau des ischio-jambiers.

Comme pour l'étude de Petersen et al., seules les lésions provoquées par un mécanisme intrinsèque ont été retenues dans cette étude. Les athlètes ayant déjà subi une lésion musculaire sur le même muscle ont été exclus de l'étude.

L'échographie a été réalisée dans les 7 jours après la blessure. Tous les examens ont été réalisés par un seul radiologue ayant plus de 10 ans d'expérience en matière d'échographie musculo-squelettique. Un deuxième radiologue ayant aussi plus de 10 ans d'expérience a, à son tour, réalisé les mêmes examens sans avoir eu connaissance des résultats obtenus par son confrère. La classification des lésions musculaires a été réalisée à l'aide de la classification par échographie des lésions musculaires de l'INSEP. Cette classification rapporte deux types de lésions musculaires. En fonction du type attribué à la lésion musculaire, 4 grades sont détaillés. Le premier type de lésions musculaires énoncé est le type « M ». Les lésions musculaires « M »

sont des lésions musculaires dans lesquelles la jonction myo-aponévrotique est lésée mais le tissu conjonctif n'est pas touché. Pour le grade 1M, la zone intramusculaire est mal définie, une échogénéité est accrue sans architecture de distorsion à la jonction myo-connective. Le stade 2M regroupe les lésions dont la zone est mal définie, avec une échogénéité accrue avec distorsion architecturale à la jonction myo-aponévrotique, sans décollement visible des fibres musculaires ni d'hématome adjacent. Le grade 3M correspond aux lésions ayant un décollement partiel des fibres musculaires au niveau de la jonction myo-aponévrotique avec un œdème adjacent à la lésion. Par opposition, le deuxième type de lésions musculaires rapporté est le type « C ». Les lésions musculaires de type « C » sont des lésions musculaires dans lesquelles la jonction myo-aponévrotique est lésée et le tissu conjonctif adjacent est lui aussi touché par la blessure. Le grade 1C regroupe les lésions musculaires dans lesquelles le tissu conjonctif présente un épaissement avec des contours mal définis sans distorsion architecturale de la jonction myo-aponévrotique et sans discontinuité du tissu conjonctif. Le stade 2C correspond aux lésions dans lesquelles le tissu conjonctif présente un épaissement et des contours mal définis avec une distorsion architecturale à la jonction myo-aponévrotique et pas de discontinuité du tissu conjonctif. Enfin le grade 3C regroupe les lésions associant les caractéristiques du grade 2C mais avec une rupture partielle du tissu conjonctif avec ou sans hématome adjacent. Le grade 4 correspond à la rupture totale de la jonction myo-aponévrotique avec une rétraction importante sans distinguer les lésions de type M des lésions de type C. La taille des lésions musculaires n'a pas été prise en compte dans l'étude.

Tous les sportifs ont suivi le même protocole de traitement dans les infrastructures de l'INSEP. Le retour au sport est défini lorsque que l'athlète est en capacité de pratiquer son sport sans aucune restriction. Le temps de retour au sport a été quantifié par un médecin à partir du jour de la blessure et du jour de retour au sport. La corrélation entre le temps de retour au sport et les différents types et grades des lésions musculaires a été évaluée. La significativité statistique est définie à 0,05.

5.3.3 L'étude de cohorte de Malliaropoulos et al.

L'étude de cohorte de Malliaropoulos est une étude datant de 2010 dans laquelle 165 athlètes de différentes disciplines athlétiques ont été inclus dans l'étude. Ces sportifs souffraient tous d'une lésion musculaire aigüe des ischio-jambiers développée lors de

compétitions ou d'entraînements. Comme pour les autres études incluses, seules les lésions provoquées par un mécanisme intrinsèque ont été retenues dans cette étude. Les athlètes ayant déjà subi une lésion musculaire sur le même muscle ont été exclus de l'étude ainsi que les athlètes ayant subi une lésion musculaire sur la jambe controlatérale.

Un examen clinique a été réalisé 48 heures après le traumatisme. Il comprenait :

- Examen des ecchymoses
- Capacité de marcher sur un sol plat sans douleur
- Palpation de la partie postérieure de la cuisse
- Test de douleur à la contraction isométrique des muscles
- Test de douleur au mouvement passif de flexion de hanche avec le genou en extension
- Mesure de la mobilité active du genou blessé lors d'un mouvement d'extension du genou (position initiale : décubitus dorsal avec hanche et le genou de la jambe blessée à 90° de flexion)

La classification clinique des lésions musculaires se basait sur le déficit de mobilité active du genou : Grade I si le déficit est inférieur à 10° ; grade II, déficit compris entre 10° et 19° ; grade III, déficit compris entre 20° et 29° ; et grade IV, déficit supérieur à 30°.

Un examen échographique a été effectué 48 heures après le traumatisme par le même opérateur n'ayant pas la connaissance des données cliniques. La classification de Peetrons a été utilisée. Les variables évaluées sont les suivantes :

- Le muscle blessé
- La localisation de la blessure dans l'unité musculaire
- Le grade
- La zone blessée en pourcentage
- La présence d'une zone d'anomalie de l'échotexture dans le muscle ou d'un hématome musculaire

Tous les athlètes ont suivi le même programme de traitement par des kinésithérapeutes expérimentés. Le temps de retour au sport est défini comme le moment où l'athlète reprend une activité complète et sans douleur. La corrélation entre le retour réussi à la compétition et

les résultats cliniques et d'imagerie a été réalisée à l'aide de la corrélation de Pearson. La significativité a été fixée à $P < 0,05$.

5.3.4 L'étude de cohorte de Guillodo et al..

L'étude de Guillodo et al. est une étude de cohorte parue en 2011 dans laquelle 93 patients ont été inclus (87 hommes et 6 femmes). Les patients se sont tous présentés à une spécialiste en médecine du sport suite à des douleurs musculaires soudaines survenues lors de l'entraînement ou d'une compétition ayant pour conséquences une incapacité à continuer l'activité physique entreprise. Les patients ayant déjà subi une lésion musculaire sur le même groupe musculaire de la même jambe ou une lésion musculaire chronique ont été exclus de l'étude. Aucun mécanisme lésionnel n'est défini. Les sportifs étaient examinés 5 jours après leur traumatisme.

L'examen clinique comprenait :

- Une notation de la pire douleur sur une échelle visuelle analogique,
- La présence ou non d'un bruit de claquement au moment du traumatisme,
- Le nombre de jours après la blessure pendant lesquels une douleur était ressentie lors des activités de la vie quotidienne.
- La présence d'ecchymoses, de sensibilité à la palpation, de douleur lors de la contraction isométrique, de douleur lors de l'étirement du muscle, une différence d'amplitude de mouvement passif de flexion de hanche et d'extension de genou par rapport au côté sain et une exacerbation de la douleur lors d'une contraction isométrique associée à un étirement du muscle.

L'examen échographique comprenait :

- La recherche de changements dans l'échogénicité du muscle (désorganisation du tissu fibreux),
- La recherche d'un hématome intramusculaire,
- La recherche d'un hématome intermusculaire,
- La puissance du signal Doppler.

Ces deux examens sont réalisés consécutivement par des spécialistes avec 20 ans d'expérience en médecine du sport. Deux temps de retour à l'activité physique ont été évalués. Le temps

nécessaire pour la reprise d'un exercice léger et le temps nécessaire pour une reprise complète de l'activité sportive sans restriction.

Tous les patients ont suivi le même programme de réadaptation écrit et standardisé. 4 mois après l'examen initial, chaque sportif devait répondre à deux questions posées par un examinateur aveuglé des résultats initiaux : « Combien de jours après votre blessure avez-vous repris le jogging et combien de jours après votre blessure avez-vous repris un entraînement complet ou la compétition ? ».

Les patients ont été séparés en deux groupes. Un groupe comprenait les sportifs ayant repris le sport avant 40 jours et un groupe comprenait les sportifs ayant repris le sport après 40 jours. Les associations entre les variables collectées lors de l'évaluation initiale et le groupe de résultats ont été évaluées par une analyse univariée à l'aide du site χ^2 ainsi que le test de Mann-Whitney. Les variables donnant des valeurs P plus petites que 0,05 ont été introduites dans un modèle de régression multivariée avec la sélection des candidats. Les variables donnant des valeurs P inférieures à 0,05 dans ce modèle ont été considérées comme des prédicteurs de reprise du sport précoce ou tardive. Les corrélations entre les temps prévus et réels pour la reprise des activités sportives ont été évaluées à l'aide du coefficient de corrélation de Spearman.

Tableau 4 : Présentation synthétique des protocoles de chaque étude

Article	Population	Examen et critères	Critères échographique	Traitement	Définition du retour au sport
Renoux et al.	Sportifs de haut niveau de tous sports N=31	Echographie dans les 7 jours suivant la blessure	Critère : type de tissus endommagé en fonction de la classification échographique de l'INSEP.	Même protocole de traitement dans les infrastructures de l'INSEP pour tous les sportifs.	L'athlète est en capacité de pratiquer son sport sans aucune restriction.
Petersen et al.	Footballeurs participant à l'une des cinq premières divisions de football du Danemark. . N=51	Echographie après diagnostic clinique dans les 10 jours après la blessure	Critère : longueur de la lésion musculaire	Aucune spécification	Le joueur doit soit participer pleinement à l'entraînement collectif de l'équipe sans restriction soit pouvait être sélectionné par son coach pour la compétition
Malliaropoulos et al.	Athlètes d'élite en athlétisme (concourant aux niveaux national et international) N= 165	Examen clinique et échographique 48 heure après le traumatisme.	Le muscle blessé La localisation de la blessure dans l'unité musculaire Le grade La zone blessée en pourcentage La présence d'une zone d'anomalie de l'échotexture dans le muscle ou d'un hématome musculaire	les athlètes ont suivi le même programme de traitement par des kinésithérapeutes expérimentés	L'athlète reprend une activité complète et sans douleur
Guillodo et al.	Sportif de tous sports et de tous niveaux N=93	Examen clinique puis échographique	Critères : La recherche de changements dans l'échogénicité du muscle (désorganisation du tissu fibreux), La recherche d'un hématome intramusculaire, La recherche d'un hématome intermusculaire, La puissance du signal Doppler.	Les patients ont suivi le même programme de réadaptation écrit et standardisé	Reprise d'un exercice léger type jogging et reprise complète de l'activité sportive sans restriction.

5.4 Résultats des études

5.4.1 Série de cas de Petersen et al

Lors de la collecte des résultats, Petersen et al., ont relevé que 61 % des cas, soit 31 joueurs, présentaient une rupture des fibres associée à un hématome et/ou un œdème. D'autre part, aucune myosite ossifiante n'a été relevée.

Le biceps fémoral est le muscle le plus touché dans cette étude. En effet, 58% des lésions musculaire relevées sont des lésions au niveau de ce dernier.

En moyenne, le temps de retour au sport de la totalité de ces blessures est de 25,4 jours +/- 15,7 jours.

La présence d'anomalie vérifiée par échographie entraînait un temps de retour au sport de 23,4 jours +/- 16,4 jours. Les joueurs n'ayant pas d'anomalie vérifiée par échographie présentaient un temps de retour au sport moyen de 27,5 +/- 15,2 jours. Ces résultats amènent à un niveau de significativité de $P=0,41$. Les résultats ne sont donc pas statistiquement différents.

La longueur des lésions variant entre 4 millimètres et 40 millimètres. Aucune corrélation entre la longueur de la zone blessée et le temps nécessaire pour retourner au sport n'a été constatée. En effet, la significativité est de $P = 0,29$. De plus, il n'existe pas de corrélation entre la longueur de la lésion musculaire et le temps de retour au sport ($r=0,19$).

5.4.2 Etude de cohorte de Renoux et al

Dans cette étude, l'âge moyen des athlètes inclus est de 27,8 ans +/- 6,1 ans. 67% des athlètes sont des hommes. 25 sportifs font de l'athlétisme et 18 du rugby. Le nombre de sportifs étudié dans le football et le judo est de 5 chacun, dans le basket-ball, le pentathlon et l'escrime est de 3 chacun. La boxe, le tennis et le water-polo regroupent chacun 2 sportifs. Enfin, le hockey sur gazon et le jiu-jitsu regroupent 1 sportif chacun.

Sur la totalité des blessures rencontrées, 44,3% soit 31 lésions sont des lésions des ischio-jambiers. Le triceps sural représente 15,7% des blessures, 14,3% pour les quadriceps, 8,6% pour les adducteurs et 1,4% pour les fessiers. Ces lésions au niveau des membres inférieurs représentent 84,3% des blessures. Le reste des lésions est composé de 7,1% au niveau du bras et de 5,7% pour la paroi abdominale.

Concernant la classification des blessures, 74,3% sont des blessures de type M et 25,7% sont des lésions de types C. Dans les 52 lésions de type M, 24 sont des lésions de grade 1M (34,3%), 22 sont des lésions de grade 2M (31,4%) et 6 de grade 3M (8,6%). Parmi les 18 lésions de grade C, 12 sont de grade 2C (17,1%) et 6 de grade 3C (8,6%). Aucune lésion de grade 4 n'a été constatée.

L'étude montre qu'il n'y a pas de corrélation entre l'âge et le type de blessure. L'âge moyen des sportifs présentant des lésions de type M est de 30,7 ans +/- 6,5 ans et pour les sportifs présentant des lésions de type C, l'âge moyen est de 30,8 ans +/- 4,5 ans.

L'étude montre qu'il y a une augmentation du temps moyen de retour au sport en fonction de la sévérité de la blessure (grade 1, 2,3) sans prendre en compte le type de blessure (M ou C). D'autre part, le temps de retour au sport chez les sportifs souffrant de blessures de type C est plus long (moyenne : 7,6 semaines) que le temps de retour au sport des sportifs souffrant de blessures de type M (moyenne : 3,9 semaines). Ce résultat est décrit comme statistiquement significatif avec $p=0,002$. Cette comparaison est faite entre toutes les lésions de type C contre toutes les lésions de type M. Les auteurs ont également observé un temps de retour au sport moyennement plus élevé des lésions de type C contre les lésions de type M (2C contre 2M et 3C contre 3M). Cependant, cette différence est décrite comme non significative statistiquement et les valeurs d'écart type obtenues indiquent un chevauchement (Figure 7).

Enfin, les auteurs ont isolé les blessures aux ischio-jambiers pour en faire une analyse statistique. Pour rappel, les lésions des ischio-jambiers représentent 44,3%, de toutes les lésions musculaires rencontrées dans l'étude. Les auteurs ont constaté un temps de retour au sport en moyenne de 7,9 +/- 4,9 semaines sur la totalité des lésions de type C contre 4,1 semaines de moyenne +/- 2,3 semaines pour les lésions de type M. La différence statistique étant de $P<0,01$.

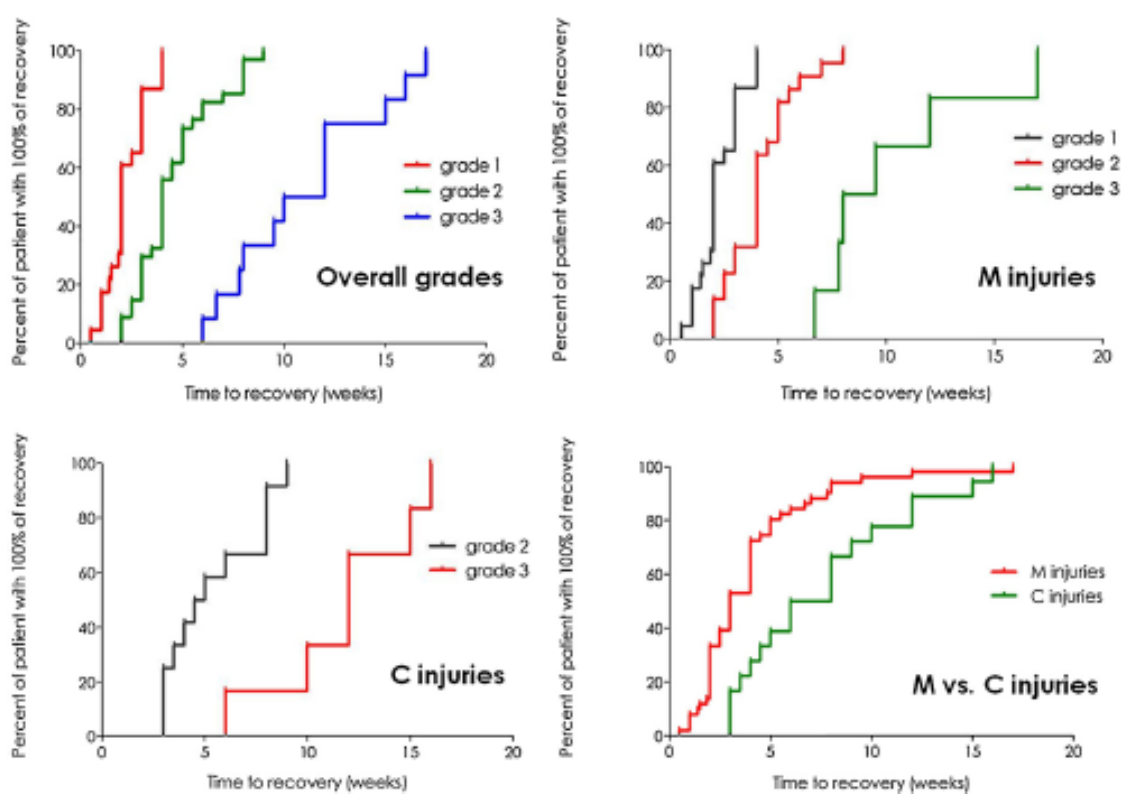


Figure 7 : Les courbes représentent les différences de temps moyen nécessaire au retour au sport lorsque l'on considère les notes globales indépendamment du type de blessure ($p < 0,0001$ pour toutes les comparaisons effectuées), lorsque l'on considère les notes pour les blessures M ou C spécifiquement ($p < 0,0001$ pour toutes les comparaisons effectuées), et lorsque l'on considère toutes les blessures M contre toutes les blessures C ($p = 0,002$).

5.4.3 L'étude de cohorte de Malliaropoulos et al.

Dans son étude, l'auteur rapporte que les 165 athlètes touchés par une lésion musculaire présentent une diminution de l'amplitude active de mouvement (moyenne : $58,14^\circ \pm 13,3^\circ$) par rapport au côté asymptomatique (moyenne : $67,92^\circ \pm 9,3^\circ$) avec une significativité statistique de $P < 0,001$. L'échographie a révélé la présence d'une lésion musculaire dans 54,6%. Selon la classification clinique, 81% (133 sur 165) des athlètes avaient un déficit de mobilité active du genou inférieur à 20° (grade I et II) à 48 heures après leur blessure et avaient repris une activité sportive complète en moins de 2 semaines. Les athlètes avec un déficit supérieur à 20° avaient un temps de reprise compris entre 25 et 55 jours.

Nous remarquons que les athlètes ayant eu une échographie normale ou une zone anormale de moins de 25% de la section musculaire totale avaient un déficit de mobilité active inférieur à 20° , et aucun ne présentaient d'hématome. Les 32 athlètes souffrant d'une lésion

musculaire représentant plus de 25% de la section transversale du muscle ont eu un temps de récupération identique au déficit de mobilité active de plus 20°. Sur ces 32 athlètes, 19 avaient un hématome détecté par échographie.

On constate une corrélation ($P < 0,001$) entre le temps de récupération et le déficit de mobilité active. Grâce à une analyse de régression linéaire, on constate que le déficit de mobilité active, une section transversale supérieure à 25% et la présence d'un hématome étaient des prédicteurs significatifs du temps de récupération ($P < 0,003$).

5.4.4 L'étude de cohorte de Guillodo et al.

Sur les 93 patients recrutés, 9 d'entre eux ont subi une lésion musculaire causée par un traumatisme direct et 86 d'entre eux ont subi une lésion musculaire d'origine intrinsèque. 16,8 % des sportifs étaient des athlètes de loisir contre 83,2% qui étaient des athlètes de compétition. Tous les patients, après une période plus ou moins longue, sont revenus à leur niveau de pratique sportive antérieur à la blessure.

35,8% des patients ont repris leur activité sportive en moins de 40 jours contre 64,2% en plus de 40 jours. Les patients qui ont repris en moins de 40 jours ont eu un temps moyen de reprise du jogging de 14,9 +/- 7,2 jours et un temps moyen de reprise de l'activité complète de 22,9 +/- 9 jours. Le temps moyen de reprise du jogging pour les patients ayant eu une reprise tardive est de 39,6 +/- 2,4 jours et pour l'activité complète de 68,3 +/- 5,1 jours.

Les critères cliniques associés à une reprise tardive du sport sont : une douleur cotée à 6 sur l'échelle visuelle analogique, plus de 3 jours de douleur lors des activités de la vie quotidienne, un bruit de claquement au moment de la blessure et 4 des 6 critères d'examen physique (ecchymoses, sensibilité à la palpation, limitation de l'amplitude des mouvements par rapport à l'autre membre, et une douleur accrue avec contraction isométrique pendant l'allongement passif du membre).

Concernant l'échographie, 7 blessures n'ont pas été retrouvées. Le délai de reprise de l'activité complète pour ces blessures était compris entre 14 et 24 jours. 79 lésions musculaires présentaient une désorganisation du tissu fibreux. 54 d'entre elles ont eu pour conséquence une reprise de plus de 40 jours ($p = 0,008$). Sur les 55 lésions présentant un œdème intramusculaire, 47 d'entre elle ont conduit à une récupération de plus de 40 jours ($p < 0,001$). Sur les 47 blessures présentant un œdème intermusculaire 37 d'entre elles ont forcé le sportif

à ne reprendre le sport qu'après 40 jours ($p=0,005$). Enfin, sur 49 signaux doppler positifs, 40 ont conduit à une reprise du sport tardive ($p=0,0001$). Tous ces critères semblent être efficaces pour savoir si le délai de retour au sport sera long.

L'association entre les critères échographiques et les critères cliniques semble être efficace pour déterminer le temps de retour au sport. Le coefficient de corrélation entre le temps prévu et le temps réel était acceptable pour le temps de reprise d'exercice léger et bon pour le temps de la reprise complète du sport ($p<0,01$).

6 Discussion

6.1 Limites de la revue de littérature

6.1.1 Sur la méthodologie

Tout d'abord, dans cette revue de la littérature, nous voulions utiliser les recommandations de la Cochrane Handboock ainsi que les critères PRISMA. Cependant aucune étude contrôlée randomisée n'a été retrouvée dans la littérature. Nous avons donc fait le choix d'inclure d'autres études de méthodes différentes afin de réaliser notre mémoire. D'autre part, nous avons dû élargir notre question de recherche afin d'avoir de la littérature scientifique. Pour cela, nous avons essayé d'inclure les études traitant de toutes les lésions musculaires chez les sportifs mais faisant une analyse statistique spécifique des lésions des ischio-jambiers. Après cet élargissement d'objet de recherche, nous avons trouvé quatre études.

Nous avons constaté un autre biais dans notre méthode de recherche. En effet malgré l'utilisation de critère PICO pour notre équation de recherche, nous avons inclus deux articles qui ne se présentaient pas dans la récolte d'article initiale basée sur notre équation de recherche. Ces deux articles ont soit été recommandés par des professionnels de santé lors d'entretiens soit récoltés lors de nos différentes recherches. Ainsi on peut émettre l'hypothèse qu'un silence documentaire a eu lieu en raison d'une équation de recherche trop précise.

Choisir d'inclure uniquement les articles faisant une analyse spécifique au niveau des ischio-jambiers fait écho aux enjeux que l'épidémiologie révèle. Les ischio-jambiers sont le groupe musculaire le plus touché dans les lésions musculaires.

Lors du processus d'inclusion et d'exclusion des articles, nous avons lu des articles ne répondant pas à nos critères méthodologiques. Ainsi, des revues narratives traitant du même

thème ont été analysées afin de connaître l'avis des auteurs mais aussi de constater que peu d'études traitent de notre sujet.

Nous avons fait le choix de ne pas définir une classification précise afin de pouvoir récolter un maximum d'articles. Beaucoup de classifications sont utilisées pour déterminer le grade de la lésion musculaire mais aucune d'entre elles ne fait état. Ainsi, il est difficile de comparer les différents grades des différentes classifications entre eux à cause de nombreux critères propres à chacune des classifications.

6.1.2 Sur les études incluses

Les articles choisis ne sont pas de la même méthodologie. En effet, Petersen et al., font une série de cas alors que Renoux et al., Guillodo et al. et Malliaropoulos et al., une étude de cohorte. La comparaison de ces deux types d'articles entre eux semble difficile. D'autre part, les critères d'évaluation des articles sont eux aussi différents. Nous avons choisi de ne pas comparer les résultats entre eux mais de les synthétiser afin de répondre à notre question de recherche.

Concernant les lésions des ischio-jambiers, 31 sujets ont été analysés dans l'étude de Renoux et al., 51 dans l'étude de Petersen et al., 165 dans l'étude de Malliaropoulos et al. et 93 dans l'étude de Guillodo et al. Au total, 339 patients sont étudiés dans les quatre études. Malgré le grand nombre de patients inclus dans ces études, les critères d'évaluation de chaque étude sont différents. Des études à plus grande échelle avec des critères identiques sont donc à réaliser afin de pondérer ces résultats.

Cette revue de la littérature nous montre que plusieurs facteurs échographiques sont pris en compte dans la détermination d'un pronostic. Petersen et al., utilisent la longueur de la lésion musculaire comme critère d'évaluation. Par opposition, Renoux et al., se servent de la gravité de la blessure en fonction de leur classification, mais aussi du type de tissus endommagé. Malliaropoulos et al., utilisent d'autres facteurs. Enfin, Guillodo et al., recherchent la présence d'un œdème ainsi qu'une désorganisation tissulaire et un signal Doppler.

Deux articles inclus dans l'étude prévoient dans leur méthode d'examen, un délai inférieur à 10 jours concernant la réalisation de l'échographie (54,55). Guillodo et al., quant à eux réalisent leurs examens 5 jours après la lésion. Dans son étude, Petersen et al., affirment qu'aucun moment optimal d'examen échographique après la lésion musculaire n'est défini

lors de la réalisation de l'article. Un consensus italien paru en 2018 et regroupant de nombreux experts définit un temps optimal de cet examen (58). Ce consensus préconise de réaliser l'examen dans les 48 heures suivant la blessure. Ainsi, nous pouvons émettre l'hypothèse que pour deux examens espacés de 10 jours, des différences notables peuvent en découler. Cela peut donc influencer les résultats des deux études. Malliaropoulos et al., sont les seuls à réaliser l'examen échographique 48 heures après le traumatisme comme préconise ce consensus.

Concernant le traitement de la lésion musculaire, nous observons des différences notables entre les quatre études. Dans l'étude de Petersen et al., aucune recommandation de traitement n'est mentionnée. Nous supposons que tous les sportifs inclus dans l'étude ont suivi un protocole différent au sein de leur structure sportive respective. Les résultats obtenus ne prennent en compte que le moment de l'examen échographique et le temps de retour au jeu. Aucun regard des auteurs n'est mentionné entre le moment de l'examen et le moment de retour au jeu. Cette période d'absence peut impacter les résultats obtenus lors de cette étude. Selon Askling et al., des protocoles de rééducation différents ne permettent pas aux sportifs de reprendre le sport au même moment (59). Les auteurs comparent l'impact de deux protocoles de rééducation chez des sprinteurs et des sauteurs d'élites Suédois souffrant d'une lésion musculaire des ischio-jambiers. Ils constatent que le délai de retour au sport était significativement plus court d'en moyenne 49 jours pour les sportifs ayant suivi le protocole basé sur allongement musculaire que pour les sportifs ayant suivi un protocole d'exercices conventionnelles (59). Par opposition, les sportifs inclus dans l'étude de Renoux et al., ont tous suivi le même protocole de traitement à l'INSEP. Cependant, le programme de rééducation a été adapté à chaque athlète en fonction de leur sport. Selon, Malliaropoulos, les athlètes suivent un programme bien défini avec des phases précises de rééducation. Enfin, Guillodo et al., font suivre le même traitement standardisé pour leurs patients.

Différents sports sont représentés dans ces deux études. Seuls des footballeurs sont inclus dans l'étude de Petersen et al., et seuls des athlètes sont inclus dans l'étude de Malliaropoulos et al., contrairement à l'étude de Renoux et al., dans laquelle 11 sports différents sont représentés. Or tous les sports ne requièrent pas les mêmes gestes techniques. Les contraintes sur les muscles peuvent donc être différentes, tout comme la rééducation. Ainsi, le temps de retour au sport peut être biaisé par ce facteur. Nous avons constaté que la

majorité des lésions musculaires des ischio-jambiers se réalisaient lors d'un sprint (14,21). Or, un footballeur ou un sprinteur ne va pas réaliser les mêmes courses qu'un boxeur ou qu'un judoka. Ce biais peut donc avoir un impact sur les résultats de ces études.

6.2 Interprétation et analyse des résultats

Les nombreuses recherches pour répondre à notre problématique nous ont amenés à observer la pauvreté du nombre d'études sur le sujet. En effet, seules les quatre études sélectionnées peuvent nous permettre de répondre à notre question.

Nous avons constaté que deux tiers des blessures aux ischio-jambiers étaient localisés au niveau du muscle biceps fémoral (55).

6.2.1 Concernant la longueur de la lésion musculaire

Petersen et al., concluent qu'il est impossible de prédire un retour au sport, lors d'une lésion musculaire des ischio-jambiers, grâce à la mesure centimétrique de la lésion musculaire par échographie. L'auteur ne détaille pas dans son article le temps de retour au sport en fonction de la longueur de la lésion musculaire. Les données montrent que la longueur de la lésion varie entre 4 millimètres et 40 millimètres et que le temps de retour au sport moyen pour les joueurs ne présentant pas d'anomalie était en moyenne de 23,4 jours +/- 16,4 jours. Il précise qu'il n'existe pas de corrélation entre ces deux paramètres. Ainsi, ce facteur de sévérité qui est la longueur de la lésion ne serait pas un bon facteur de pronostic du retour au sport.

Concernant la largeur de la section transversale, Malliaropoulos et al., concluent que si cette dernière est supérieure à 25% de la largeur du muscle, la durée de retour au sport sera plus longue. Cela corrobore avec les résultats de littératures plus anciennes. Selon Connel et al., en 2004, dans une étude comparative de l'imagerie à résonance magnétique et de l'échographie dans les lésions musculaires des ischio-jambiers chez 60 athlètes, l'étendue de la lésion en pourcentage de section transversale et la longueur de la lésion étaient corrélées avec le temps de retour à la compétitions (60).

On remarque que les résultats contradictoires entre ces études sont sûrement dus à une différence entre les critères d'évaluation de la lésion musculaire. Petersen et al., prennent en compte la taille de la lésion mais sans prendre en compte l'orientation de cette dernière ou le volume du muscle par rapport à la lésion contrairement à Malliaropoulos et al. Ces facteurs non pris en compte par Petersen et al., semblent influencer le pronostic du retour au terrain.

6.2.2 Concernant la présence ou non d'anomalies vérifiées à l'échographie

Un deuxième paramètre est étudié dans l'article de Petersen et al. Il s'agit de la présence d'anomalies vérifiées à l'échographie. Ces anomalies regroupent une rupture, un hématome et/ou un œdème intramusculaire. Le temps de retour au sport entre les sportifs développant une anomalie est de 27,5 jours (+/- 15,2 jours) et les sportifs ne développant pas d'anomalie est de 23 jours (+/- 16,4 jours). On constate un temps moyen plus long chez les joueurs développant une ou plusieurs anomalies mais la différence statistique n'est pas significative. Les résultats de l'étude de Guillodo et al. appuient cette théorie. Cependant, Malliaropoulos et al., affirment le contraire. En effet, dans son étude 19 athlètes présentaient un hématome détecté par échographie. De plus, ces 19 athlètes présentaient une lésion de plus de 25% de la surface transversale totale et avaient un temps de récupération plus long. Cependant, 41% des athlètes ayant une lésion de plus de 25% de la surface transversale totale ne présentaient pas d'hématome à l'échographie avaient le même temps de retour au sport que les athlètes présentant un hématome. Une hypothèse peut alors être que ce facteur de diagnostic n'est pas pertinent pour pronostiquer le temps de retour au sport. De plus, dans l'étude de Petersen et al., les différents sportifs ont bénéficié de l'examen échographique compris dans une période de 10 jours. La conférence de consensus de 2018 stipule que dans les 24 heures après le traumatisme l'hématome peut avoir un aspect échographique similaire aux tissus musculaires (58). En effet, un hématome récent est plus échogène qu'un hématome plus ancien en raison de sa grande concentration de cellules. De plus, dans les premières heures du traumatisme, l'aspect échographique de l'hématome peut varier entre un aspect anéchogène à un aspect hyperéchogène (58). Seulement dans les 2 ou 3 jours suivants, l'hématome devient hypoéchogène ou anéchogène (61). Après par la confrontation avec ces nouvelles données et celles de notre étude incluse, l'existence de faux négatifs chez les sportifs examinés dans les 48 heures après leur traumatisme est à questionner, ce qui amènerait à un biais dans les résultats obtenus.

Dans les lésions musculaires indirects, l'hématome est nécessairement causé par une rupture des vaisseaux sanguins et pas systématiquement par une lésion des fibres musculaires (58). En d'autres termes, l'hématome n'est pas forcément un facteur de gravité de la lésion musculaire. Ainsi, les résultats de Petersen et al., semblent confirmer le fait qu'il est difficile

de prédire un retour au sport en se basant sur la présence ou non d'un hématome suivant le traumatisme.

Un point important est soulevé par Guillodo et al., dans son article. 7 lésions musculaires diagnostiquées par l'examen clinique n'ont pas été retrouvées à l'examen échographique. Ces 7 lésions ont entraîné un temps de retour au sport compris entre 14 jours et 24 jours (soit < 40 jours). Ce résultat montre, d'un part, qu'une lésion musculaire peut ne pas être retrouvée à l'échographie alors qu'elle sera diagnostiquée grâce à l'examen clinique. D'autre part l'association de ces deux examens nous laisse penser que le temps de récupération sera moins long.

6.2.3 Concernant le type de tissus endommagé

Renoux et al., utilisent la localisation de la blessure dans le tissu musculaire. Ils remarquent que le type de tissus touché influence le temps de retour au sport. Ces critères et la précision de définition de ces derniers apportent un regard différent sur la lésion musculaire. Ainsi, les athlètes souffrant de blessures de type C ont un temps de récupération plus long que les athlètes souffrant de blessures de type M. Des études IRM confirment ces résultats concernant l'implication du tissu conjonctif dans le retour au sportif (62,63). Une lésion du tissu aponévrotique conduit à une perturbation de la biomécanique musculaire. En effet, le tissu aponévrotique peut être considéré comme le squelette du tissu musculaire. Il transmet les charges de traction et de cisaillement du tissu musculaire aux différentes parties du corps (64). Une lésion de ce tissu peut donc être la cause d'un retour au sport plus long.

Nous remarquons donc, grâce à cette étude, que l'échographie permet de déterminer un degré de sévérité corrélé avec la durée de retour au sport. Cependant, même si une augmentation du retour au sport entre les blessures de type M et C est observée, de nombreuses différences individuelles montrent que la durée du retour au sport ne peut pas être déterminée avec une extrême précision.

Guillodo et al., ne décrivent pas le type de tissu endommagé mais recherchent une désorganisation du tissu fibreux. La présence d'une désorganisation tissulaire est corrélée à un temps de récupération supérieur à 40 jours. Cependant, les auteurs ne précisent pas si c'est le tissu conjonctif ou le tissu musculaire qui est touché.

L'échographie semble donc nous apporter des informations importantes sur la gravité et le type de blessure, mais ne semble pas pouvoir prédire avec précision le retour au sport à elle seule. Par cette revue de la littérature, nous avons pu constater un manque d'essais contrôlés randomisés. Ce type d'étude nous permettrait de savoir précisément si l'échographie peut avoir une valeur de pronostic fiable au retour au sport.

6.2.4 Concernant la localisation de la lésion

Selon Malliaropoulos et al., il n'existe pas de corrélation entre la localisation de la lésion musculaire au sein du muscle et la durée de retour au sport. Cependant, des études IRM ont montré le contraire. Comme exposé précédemment, selon Askling et al., une lésion musculaire des ischio-jambiers au niveau du tendon proximal aurait pour conséquence une reprise du sport plus longue qu'une lésion musculaire située plus distalement dans les ischio-jambiers (39,40). D'autre part, les blessures impliquant le tendon intramusculaire et les fibres musculaires semble nécessiter une période de retour au sport plus courte que celles impliquant le tendon proximal (12). Selon Connel et al., dans son analyse comparative de l'IRM face à l'échographie, l'échographie est aussi efficace que l'IRM pour déterminer la localisation de la lésion musculaire dans le muscle (60).

La localisation de la lésion musculaire diagnostiquée par échographie semble donc être difficilement efficace pour déterminer le temps de retour au sport. Des études plus axées sur ce facteur semblent être nécessaires pour préciser son impact.

6.3 A propos de l'échographie

Notre recherche nous a permis de constater le manque de précision de l'échographie. La fiabilité de l'échographie peut être liée à son utilisation.

6.3.1 La sensibilité de l'échographie

Bien que l'échographie soit un outil accessible et peu coûteux à utiliser, sa sensibilité semble être remise en cause. Balius et al. ont cherché à évaluer la sensibilité de l'échographie(65). Pour cela, ils ont comparé les caractéristiques de lésions du muscle soléaire trouvées par imagerie à résonance magnétique à celles trouvées par échographie. Les auteurs ont constaté une précision moindre de l'échographie pour détecter et évaluer les lésions musculaires. Ils en ont conclu que l'échographie n'est pas un outil sensible.

D'autre part, l'échographie ne permet pas de visualiser les lésions profondes aussi bien que les lésions superficielles. En effet, les ondes sonores sont dissipées ou absorbées au fur et à mesure qu'elles pénètrent dans le muscle. Ainsi, les lésions plus profondes sont plus difficilement diagnosticables. La structure du muscle amplifie ce problème. Les successions linéaires des différents tissus conjonctifs des muscles peuvent créer des anisotropies sous-jacentes dues à leur grande échogénéicité. Ce problème n'existe pas lors d'un examen par imagerie à résonance magnétique. Des zones comme l'insertion proximale au niveau de la tubérosité ischiatique sont difficilement visualisables à l'échographie.

6.3.2 La question de l'opérateur

Un autre problème est soulevé lorsque l'échographie est évoquée. L'opérateur qui réalise l'échographie doit être suffisamment expérimenté pour réaliser et analyser les résultats de l'imagerie. Dans les études incluses, seuls des opérateurs avec plus de dix ans d'expérience en matière d'imagerie musculo-squelettique sont utilisés. Cela nous montre bien l'importance de l'opérateur dans l'échographie. Pour appuyer ce point de vue, dans l'étude de Renoux et al., les deux opérateurs réalisant les examens échographiques n'obtenaient pas les mêmes résultats (54). L'auteur décrit un accord modéré entre les deux opérateurs. Des formations sont donc requises pour réaliser des échographies et pour pouvoir les analyser. L'expérience est un des facteurs le plus important pour obtenir des images fiables et analysables. L'échographie ne peut donc pas être utilisée par tout le monde.

6.3.3 L'échographie dans le milieu amateur

L'échographie musculaire est largement répandue dans le sport professionnel ou dans le sport de haut niveau afin de diagnostiquer les lésions musculaires. Les structures sportives sont généralement en collaboration avec des médecins du sport ou autres professionnels de santé leur permettant d'avoir des rendez-vous échographiques rapidement et systématiquement. Cependant, la majorité des sportifs dans le monde sont amateurs. Leurs clubs ne sont pas aussi proches du milieu médical et le suivi des sportifs blessés n'est par conséquent pas le même que dans le monde professionnel.

Seuls des sportifs inclus dans les articles retenus ne sont soit professionnels ou soit de haut niveau. Ainsi, le suivi médical n'étant pas le même que pour les autres sportifs, il est difficile d'extrapoler les résultats de ces études au monde amateur.

D'autre part, le football est le sport comptant le plus de licenciés dans le monde. C'est donc le sport le plus démocratisé. Les autres sports sont largement moins représentés dans la littérature et les moyens financiers sont inférieurs. Ainsi, il est difficile d'imaginer que tous les sports et tous les sportifs puissent avoir accès à un examen échographique et à un suivi médical adéquat afin de pronostiquer le meilleur moment de retour au sport après une lésion musculaire.

Enfin, de nombreux auteurs sont en accord pour dire que le moment de réalisation de l'examen échographique est un point très important à prendre en compte. En effet, les auteurs préconisent de réaliser l'examen dans les 48 heures après le traumatisme (66,67). De plus, un consensus de 2018 appuie ces auteurs dans cette détermination du moment de l'examen (58). Cela accentue les inégalités entre les sportifs de haut niveau et les autres sportifs. Les structures sportives amateurs n'ont pas accès aussi rapidement à l'échographie. Il est donc d'autant plus difficile de transposer ces résultats à tous les sportifs.

6.3.4 Intérêt de l'échographie en kinésithérapie

Comme évoqué précédemment, l'échographie est un moyen plus accessible que l'IRM (42). Il nous permet de réaliser plus facilement un suivi de la cicatrisation de la lésion musculaire mais aussi d'étudier la lésion musculaire de façon dynamique (43). L'examen est rapidement réalisable et bien toléré par les patients. Aujourd'hui, aucun effet secondaire n'est attribué à l'échographie.

Le kinésithérapeute n'est pas habilité à réaliser un diagnostic médical. Cependant, il peut prendre en compte les résultats obtenus du diagnostic dans la prise en charge de ces pathologies. Ainsi, la prise en charge du kinésithérapeute pourra varier en fonction de la présence ou non d'un hématome, de la gravité de la blessure (type de tissus endommagé, pourcentage de la lésion par rapport à la largeur totale du muscle) et en fonction de la localisation de la lésion.

Le kinésithérapeute pourra aussi adapter sa prise en charge en fonction de l'évolution de la lésion musculaire et notamment de la résorption ou non de l'hématome.

6.4 Perspectives

Nous avons constaté qu'il existe de nombreux facteurs de diagnostic pris en compte dans l'imagerie médicale mais qu'aucun consensus n'existe sur l'efficacité ou non de ces différents facteurs.

Ainsi, il serait intéressant d'effectuer une revue de littérature permettant de savoir si l'échographie associée à l'examen clinique peut améliorer la précision du pronostic. Selon Malliaropoulos et al., il existe une corrélation entre l'examen clinique et l'examen échographie (56). Cette étude montre que l'échographie semble être un bon facteur pronostic de retour au sport. Cependant la corrélation qui existe entre le déficit d'amplitude du genou et les critères échographiques semble montrer que l'échographie n'apporte pas plus d'informations sur le temps de retour au sport. Cette étude montre que les tests cliniques réalisés par le kinésithérapeute sont suffisants, et que l'échographie n'a pas de valeur ajoutée.

Guillodo et al., ont cherché à savoir si les critères échographiques d'une lésion musculaire associés aux critères de l'examen clinique permettent de préciser le retour au sport (57). Dans cette étude, la combinaison des données de l'échographie et de l'examen clinique permet de mieux prédire le retour au sport. De plus, l'échographie serait utile pour surveiller le processus de cicatrisation de la lésion et ainsi déterminer si un drainage de l'hématome est nécessaire. Cependant, cette étude nous montre aussi que les critères cliniques seuls peuvent déterminer si le temps de retour au sport sera supérieur ou inférieur à 40 jours. Toutefois, leur étude montre que des lésions musculaires diagnostiquées par examen clinique peuvent ne pas être diagnostiquées par échographie. Ainsi l'échographie seule peut amener à des faux négatifs et donc mettre en péril la santé du sportif. Mais ces faux négatifs retrouvés à l'échographie, s'ils sont associés à l'examen clinique, donnent une information importante concernant le temps de retour au sport. Ce dernier serait donc inférieur à 40 jours. Ce résultat montre bien que l'échographie dans le diagnostic d'une lésion musculaire et le pronostic du temps de retour au sport ne doit pas être utilisée indépendamment d'un examen clinique.

Ajouter les critères échographiques à l'examen clinique semble tout de même être intéressant afin d'éviter un biais important : la subjectivité des réponses des sportifs à l'examen clinique. Certains sportifs peuvent choisir de ne pas répondre correctement à l'examen clinique afin de reprendre le sport plus tôt malgré leur blessure. L'image échographique ne serait donc pas en adéquation avec les résultats cliniques ce qui permettrait aux cliniciens de pondérer les

résultats cliniques et d'expliquer les impacts que peut avoir une non prise en charge de la blessure sur la carrière du sportif.

Il est cependant encore difficile de conclure que l'échographie est une réelle valeur ajoutée à l'examen clinique. Cependant, le kinésithérapeute peut tout de même associer les deux examens afin de récolter le maximum d'informations sur la blessure du sportif et d'adapter sa prise en charge. Il peut aussi communiquer avec le sportif sur la nature de la blessure et l'importance de la rééducation.

7 Conclusion

La réalisation de cette revue de la littérature nous a permis de répondre à notre problématique de recherche.

L'échographie semble être un outil efficace pour déterminer la présence de facteurs impactant la durée de retour au sport chez les sportifs souffrant de lésions musculaires des muscles ischio-jambiers. Les facteurs comme la longueur de la lésion musculaire en fonction de la largeur totale du muscle et la présence de lésion au niveau du tissu conjonctif ainsi que la présence d'un hématome semblent être des facteurs prédisposant à un temps de récupération plus long. D'autres facteurs comme la localisation de la lésion musculaire semble ne pas apporter de précision concernant le retour à la compétition. Ainsi, il est important de préciser que des études de plus grande valeur scientifique sont à réaliser pour pouvoir affirmer nos conclusions.

Malgré la pertinence de certains critères échographiques, les limites de l'échographie sont marquées et rendent difficile sa démocratisation dans le monde amateur par exemple. De plus, le retour au sport ne dépend pas que de l'examen initial. La rééducation de ces lésions peut avoir un impact important sur le temps de convalescence. Ainsi, le diagnostic initial n'est pas inéluctable et l'importance de la rééducation et du niveau du sportif doit être prise en compte.

L'examen clinique reste l'outil principal du kinésithérapeute pour diagnostiquer une lésion musculaire contrairement à l'échographie de diagnostic qui est réservée aux médecins. Les résultats échographiques ne doivent donc pas être utilisés seul mais en association avec les résultats de l'examen clinique.

Cette revue de la littérature nous a aussi permis de voir que de nombreuses classifications de la lésion musculaire existent et que chacune ne s'appuie pas sur les mêmes facteurs de diagnostic. Ce manque de consensus montre bien que l'échographie n'est pas encore utilisée de la même façon par tous les acteurs et que certaines utilisations peuvent amener à de mauvaises conclusions.

Enfin, ce travail nous a permis d'approfondir nos connaissances dans le champ musculo-squelettique. Les lésions musculaires des ischio-jambiers ne sont pas toutes identiques et touchent différents tissus musculaires, ce qui semble avoir un impact sur le retour au sport. Cette compréhension pourra nous servir à confirmer ou à pondérer les résultats médicaux afin de collaborer avec les différents professionnels de santé pour une meilleure prise en charge du sportif blessé. De plus, nous pourrions adapter notre prise en charge en fonction des caractéristiques de la lésion musculaire afin de permettre au sportif de reprendre la compétition plus rapidement et en évitant les récives. L'association des critères cliniques et échographiques peut être intéressante pour perfectionner notre diagnostic. Même si l'examen clinique reste, selon nous, l'outil de diagnostic de base pour le masseur-kinésithérapeute, le diagnostic par échographie posé par le médecin peut apporter des informations complémentaires sur les caractéristiques de lésions.

Dans notre future pratique professionnelle, nous nous servirons de l'échographie comme un outil complémentaire. Nous pourrions nous en servir pour suivre l'évolution d'une lésion musculaire dans sa cicatrisation et ainsi adapter notre prise en charge.

A défaut de l'utilité certaine de l'imagerie dans les troubles musculo-squelettiques, ce mémoire nous a permis de prendre du recul sur sa valeur ajoutée concernant l'examen des lésions musculaires et de prendre considération les outils cliniques à disposition du masseur-kinésithérapeute.

Références:

1. Jones A, Jones G, Greig N, Bower P, Brown J, Hind K, et al. Epidemiology of injury in English Professional Football players: A cohort study. *Phys Ther Sport Off J Assoc Chart Physiother Sports Med.* janv 2019;35:18-22.
2. Falese L, Della Valle P, Federico B. Epidemiology of football (soccer) injuries in the 2012/2013 and 2013/2014 seasons of the Italian Serie A. *Res Sports Med Print.* déc 2016;24(4):426-32.
3. Crema MD, Guermazi A, Tol JL, Niu J, Hamilton B, Roemer FW. Acute hamstring injury in football players: Association between anatomical location and extent of injury-A large single-center MRI report. *J Sci Med Sport.* avr 2016;19(4):317-22.
4. Ekstrand J, Hägglund M, Waldén M. Epidemiology of muscle injuries in professional football (soccer). *Am J Sports Med.* juin 2011;39(6):1226-32.
5. Kumaravel M, Bawa P, Murai N. Magnetic resonance imaging of muscle injury in elite American football players: Predictors for return to play and performance. *Eur J Radiol.* nov 2018;108:155-64.
6. Bowman KF, Cohen SB, Bradley JP. Operative management of partial-thickness tears of the proximal hamstring muscles in athletes. *Am J Sports Med.* juin 2013;41(6):1363-71.
7. Casagrande BU, Thurlow PC. The Role of Imaging in Determining Return to Play. *Radiol Clin North Am.* sept 2016;54(5):979-88.
8. Marieb EN, Hoehn K. *Human Anatomy & Physiology.* Pearson Education; 2007. 1296 p.
9. Dufour M, Pillu M. *Biomécanique fonctionnelle, Membres - Tête - Tronc.* 2ème édition. 2017. 549 p.
10. Drake R, Vogl A, Mitchell A. *Gray's Anatomie, Pour les étudiants.* 3ème édition. 2015. 1102 p.
11. Koulouris G, Connell D. Hamstring muscle complex: an imaging review. *Radiogr Rev Publ Radiol Soc N Am Inc.* juin 2005;25(3):571-86.
12. Erickson LN, Sherry MA. Rehabilitation and return to sport after hamstring strain injury. *J Sport Health Sci.* sept 2017;6(3):262-70.
13. Konan S, Haddad F. Successful return to high level sports following early surgical repair of complete tears of the proximal hamstring tendons. *Int Orthop.* 1 janv 2010;34(1):119-23.
14. Edouard P, Serra J-M, Pruvost J, Depiesse F. Les lésions musculaires des ischio-jambiers. [/data/revues/0762915X/v30i3/S0762915X13000053/ \[Internet\]. 9 sept 2013 \[cité 30 oct 2019\]; Disponible sur: https://www.em-consulte.com/en/article/832717#N100B2](https://www.em-consulte.com/en/article/832717#N100B2)
15. Hall MM. Return to Play After Thigh Muscle Injury: Utility of Serial Ultrasound in Guiding Clinical Progression. *Curr Sports Med Rep.* sept 2018;17(9):296-301.
16. Hägglund M, Waldén M, Magnusson H, Kristenson K, Bengtsson H, Ekstrand J. Injuries affect team performance negatively in professional football: an 11-year follow-up of the UEFA Champions League injury study. *Br J Sports Med.* août 2013;47(12):738-42.

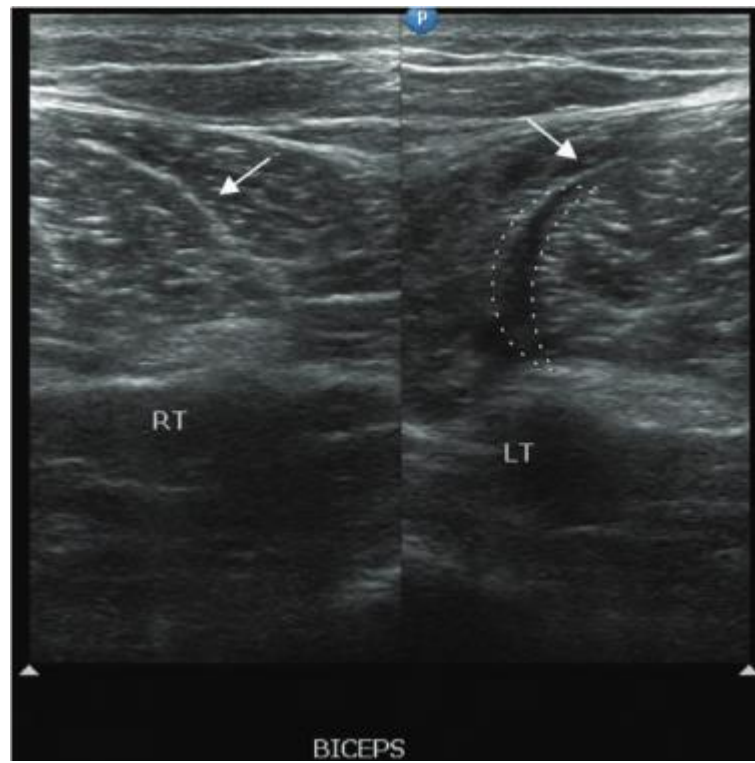
17. Hickey J, Shield AJ, Williams MD, Opar DA. The financial cost of hamstring strain injuries in the Australian Football League. *Br J Sports Med.* avr 2014;48(8):729-30.
18. Alessandrino F, Balconi G. Complications of muscle injuries. *J Ultrasound.* 2 mars 2013;16(4):215-22.
19. Orchard J, Best TM, Verrall GM. Return to play following muscle strains. *Clin J Sport Med Off J Can Acad Sport Med.* nov 2005;15(6):436-41.
20. Silder A, Reeder SB, Thelen DG. The influence of prior hamstring injury on lengthening muscle tissue mechanics. *J Biomech.* 26 août 2010;43(12):2254-60.
21. Opar DA, Williams MD, Shield AJ. Hamstring strain injuries: factors that lead to injury and re-injury. *Sports Med Auckl NZ.* 1 mars 2012;42(3):209-26.
22. Järvinen TAH, Järvinen TLN, Kääriäinen M, Kalimo H, Järvinen M. Muscle injuries: biology and treatment. *Am J Sports Med.* mai 2005;33(5):745-64.
23. Peetrons P. Ultrasound of muscles. *Eur Radiol.* 1 janv 2002;12(1):35-43.
24. Askling C, Saartok T, Thorstensson A. Type of acute hamstring strain affects flexibility, strength, and time to return to pre-injury level. *Br J Sports Med.* janv 2006;40(1):40-4.
25. Chumanov ES, Schache AG, Heiderscheid BC, Thelen DG. Hamstrings are most susceptible to injury during the late swing phase of sprinting. *Br J Sports Med.* févr 2012;46(2):90.
26. Schache AG, Kim H-J, Morgan DL, Pandy MG. Hamstring muscle forces prior to and immediately following an acute sprinting-related muscle strain injury. *Gait Posture.* mai 2010;32(1):136-40.
27. Woods C, Hawkins RD, Maltby S, Hulse M, Thomas A, Hodson A, et al. The Football Association Medical Research Programme: an audit of injuries in professional football--analysis of hamstring injuries. *Br J Sports Med.* févr 2004;38(1):36-41.
28. Picerno P. The Hamstrings-Injury-Mechanism Debate: Are We Close to an Agreement? *J Sport Rehabil.* avr 2017;26(2):120-1.
29. Liu H, Garrett WE, Moorman CT, Yu B. Injury rate, mechanism, and risk factors of hamstring strain injuries in sports: A review of the literature. *J Sport Health Sci.* 1 sept 2012;1(2):92-101.
30. Askling C, Lund H, Saartok T, Thorstensson A. Self-reported hamstring injuries in student-dancers. *Scand J Med Sci Sports.* août 2002;12(4):230-5.
31. Askling CM, Tengvar M, Saartok T, Thorstensson A. Proximal hamstring strains of stretching type in different sports: injury situations, clinical and magnetic resonance imaging characteristics, and return to sport. *Am J Sports Med.* sept 2008;36(9):1799-804.
32. Askling CM, Tengvar M, Thorstensson A. Acute hamstring injuries in Swedish elite football: a prospective randomised controlled clinical trial comparing two rehabilitation protocols. *Br J Sports Med.* oct 2013;47(15):953-9.
33. Freckleton G, Pizzari T. Risk factors for hamstring muscle strain injury in sport: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med.* avr 2013;47(6):351-8.

34. Croisier J-L, Ganteaume S, Binet J, Genty M, Ferret J-M. Strength imbalances and prevention of hamstring injury in professional soccer players: a prospective study. *Am J Sports Med.* août 2008;36(8):1469-75.
35. Bradley PS, Portas MD. The relationship between preseason range of motion and muscle strain injury in elite soccer players. *J Strength Cond Res.* nov 2007;21(4):1155-9.
36. Henderson G, Barnes CA, Portas MD. Factors associated with increased propensity for hamstring injury in English Premier League soccer players. *J Sci Med Sport.* juill 2010;13(4):397-402.
37. Small K, McNaughton L, Greig M, Lovell R. The effects of multidirectional soccer-specific fatigue on markers of hamstring injury risk. *J Sci Med Sport.* janv 2010;13(1):120-5.
38. Gabbe BJ, Finch CF, Bennell KL, Wajswelner H. Risk factors for hamstring injuries in community level Australian football. *Br J Sports Med.* févr 2005;39(2):106-10.
39. Askling CM, Tengvar M, Saartok T, Thorstensson A. Acute first-time hamstring strains during high-speed running: a longitudinal study including clinical and magnetic resonance imaging findings. *Am J Sports Med.* févr 2007;35(2):197-206.
40. Rettig A, Meyer S, Bhadra A. Evaluation of Hamstring Injuries: The Role of Magnetic Resonance Imaging. *Oper Tech Sports Med.* 1 oct 2009;17(4):215-8.
41. Sans N, Lapègue F, Jacob D. *Échographie musculosquelettique.* 2ème édition. Elsevier Masson; 2014. 381 p.
42. Lee JC, Mitchell AWM, Healy JC. Imaging of muscle injury in the elite athlete. *Br J Radiol.* août 2012;85(1016):1173-85.
43. Wong S, Ning A, Lee C, Feeley BT. Return to sport after muscle injury. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 1 juin 2015;8(2):168-75.
44. Hamilton B, Alonso J-M, Best TM. Time for a paradigm shift in the classification of muscle injuries. *J Sport Health Sci.* sept 2017;6(3):255-61.
45. Mueller-Wohlfahrt H-W, Haensel L, Mithoefer K, Ekstrand J, English B, McNally S, et al. Terminology and classification of muscle injuries in sport: the Munich consensus statement. *Br J Sports Med.* avr 2013;47(6):342-50.
46. Heiderscheit BC, Sherry MA, Silder A, Chumanov ES, Thelen DG. Hamstring strain injuries: recommendations for diagnosis, rehabilitation, and injury prevention. *J Orthop Sports Phys Ther.* févr 2010;40(2):67-81.
47. Coudreuse J-M, Bryand F. Conduite à tenir devant une lésion musculaire du sportif. *Sci Sports.* 1 juill 2010;25(3):168-72.
48. Mason DL, Dickens VA, Vail A. Rehabilitation for hamstring injuries. *Cochrane Database Syst Rev.* 12 déc 2012;12:CD004575.
49. van der Horst N, Backx F, Goedhart EA, Huisstede BM, HIPS-Delphi Group. Return to play after hamstring injuries in football (soccer): a worldwide Delphi procedure regarding definition, medical criteria and decision-making. *Br J Sports Med.* nov 2017;51(22):1583-91.

50. Arden CL, Glasgow P, Schneiders A, Witvrouw E, Clarsen B, Cools A, et al. 2016 Consensus statement on return to sport from the First World Congress in Sports Physical Therapy, Bern. *Br J Sports Med.* juill 2016;50(14):853-64.
51. Mendiguchia J, Brughelli M. A return-to-sport algorithm for acute hamstring injuries. *Phys Ther Sport.* 1 févr 2011;12(1):2-14.
52. Shrier I. Strategic Assessment of Risk and Risk Tolerance (StARRT) framework for return-to-play decision-making. *Br J Sports Med.* oct 2015;49(20):1311-5.
53. Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions [Internet]. [cité 5 mars 2020]. Disponible sur: /handbook/current
54. Renoux J, Brasseur J-L, Wagner M, Frey A, Folinais D, Dibie C, et al. Ultrasound-detected connective tissue involvement in acute muscle injuries in elite athletes and return to play: The French National Institute of Sports (INSEP) study. *J Sci Med Sport.* 1 juin 2019;22(6):641-6.
55. Petersen J, Thorborg K, Nielsen MB, Skjødt T, Bolvig L, Bang N, et al. The diagnostic and prognostic value of ultrasonography in soccer players with acute hamstring injuries. *Am J Sports Med.* févr 2014;42(2):399-404.
56. Malliaropoulos N, Papacostas E, Kiritsi O, Papalada A, Gougoulis N, Maffulli N. Posterior thigh muscle injuries in elite track and field athletes. *Am J Sports Med.* sept 2010;38(9):1813-9.
57. Guillodo Y, Bouttier R, Saraux A. Value of sonography combined with clinical assessment to evaluate muscle injury severity in athletes. *J Athl Train.* oct 2011;46(5):500-4.
58. Bisciotti GN, Volpi P, Amato M, Alberti G, Allegra F, Aprato A, et al. Italian consensus conference on guidelines for conservative treatment on lower limb muscle injuries in athlete. *BMJ Open Sport Exerc Med.* 2018;4(1):e000323.
59. Askling CM, Tengvar M, Tarassova O, Thorstensson A. Acute hamstring injuries in Swedish elite sprinters and jumpers: a prospective randomised controlled clinical trial comparing two rehabilitation protocols. *Br J Sports Med.* avr 2014;48(7):532-9.
60. Connell DA, Schneider-Kolsky ME, Hoving JL, Malara F, Buchbinder R, Koulouris G, et al. Longitudinal study comparing sonographic and MRI assessments of acute and healing hamstring injuries. *AJR Am J Roentgenol.* oct 2004;183(4):975-84.
61. Woodhouse JB, McNally EG. Ultrasound of skeletal muscle injury: an update. *Semin Ultrasound CT MR.* avr 2011;32(2):91-100.
62. Comin J, Malliaras P, Baquie P, Barbour T, Connell D. Return to competitive play after hamstring injuries involving disruption of the central tendon. *Am J Sports Med.* janv 2013;41(1):111-5.
63. Prakash A, Entwisle T, Schneider M, Brukner P, Connell D. Connective tissue injury in calf muscle tears and return to play: MRI correlation. *Br J Sports Med.* juill 2018;52(14):929-33.
64. Stecco C, Pavan P, Pachera P, De Caro R, Natali A. Investigation of the mechanical properties of the human crural fascia and their possible clinical implications. *Surg Radiol Anat.* 1 janv 2014;36(1):25-32.

65. Balias R, Rodas G, Pedret C, Capdevila L, Alomar X, Bong DA. Soleus muscle injury: sensitivity of ultrasound patterns. *Skeletal Radiol.* juin 2014;43(6):805-12.
66. Draghi F, Zacchino M, Canepari M, Nucci P, Alessandrino F. Muscle injuries: ultrasound evaluation in the acute phase. *J Ultrasound.* 8 mai 2013;16(4):209-14.
67. Blankenbaker DG, Tuite MJ. Temporal changes of muscle injury. *Semin Musculoskelet Radiol.* juin 2010;14(2):176-93.

Annexe 1 : Echographie de la lésion musculaire



Echographie d'une lésion du biceps fémoral de grade 2 (selon Peetrans). Images ultrasonores transversales en échelle de gris sur la partie proximale du biceps fémoral : à droite, l'échographie montre la déchirure partielle de la jonction myo-aponévrotique comme une zone (forme pointillée) de faible échogénéicité adjacente à l'aponévrose réfléchissante (flèche) ; à gauche, la jonction myo-aponévrotique normale controlatérale est représentée

Annexe 2 : Echelle de Newcastle-Ottawa

Newcastle-Ottawa Quality Assessment Form for Cohort Studies

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

Selection

- 1) Representativeness of the exposed cohort
 - a) Truly representative (*one star*)
 - b) Somewhat representative (*one star*)
 - c) Selected group
 - d) No description of the derivation of the cohort
- 2) Selection of the non-exposed cohort
 - a) Drawn from the same community as the exposed cohort (*one star*)
 - b) Drawn from a different source
 - c) No description of the derivation of the non exposed cohort
- 3) Ascertainment of exposure
 - a) Secure record (e.g., surgical record) (*one star*)
 - b) Structured interview (*one star*)
 - c) Written self report
 - d) No description
 - e) Other
- 4) Demonstration that outcome of interest was not present at start of study
 - a) Yes (*one star*)
 - b) No

Comparability

- 1) Comparability of cohorts on the basis of the design or analysis controlled for confounders
 - a) The study controls for age, sex and marital status (*one star*)
 - b) Study controls for other factors (list) _____ (*one star*)
 - c) Cohorts are not comparable on the basis of the design or analysis controlled for confounders

Outcome

- 1) Assessment of outcome
 - a) Independent blind assessment (*one star*)
 - b) Record linkage (*one star*)
 - c) Self report
 - d) No description
 - e) Other
- 2) Was follow-up long enough for outcomes to occur
 - a) Yes (*one star*)
 - b) No

Indicate the median duration of follow-up and a brief rationale for the assessment above: _____
- 3) Adequacy of follow-up of cohorts
 - a) Complete follow up- all subject accounted for (*one star*)
 - b) Subjects lost to follow up unlikely to introduce bias- number lost less than or equal to 20% or description of those lost suggested no different from those followed. (*one star*)
 - c) Follow up rate less than 80% and no description of those lost
 - d) No statement

Thresholds for converting the Newcastle-Ottawa scales to AHRQ standards (good, fair, and poor):

Good quality: 3 or 4 stars in selection domain AND 1 or 2 stars in comparability domain AND 2 or 3 stars in outcome/exposure domain

Fair quality: 2 stars in selection domain AND 1 or 2 stars in comparability domain AND 2 or 3 stars in outcome/exposure domain

Poor quality: 0 or 1 star in selection domain OR 0 stars in comparability domain OR 0 or 1 stars in outcome/exposure domain