

LÉSIONS MUSCULAIRES AIGUËS CHEZ LE SPORTIF : QUELLE PRISE EN CHARGE ?

Acute muscular injuries in sportsmen and women: How to manage them?

I. Bouyaara

Département des sciences de la motricité, université de Liège, allée des Sports, B21, 4000 Liège, Belgique – Service de médecine physique, réadaptation et traumatologie du sport, CHU de Liège, avenue de l'Hôpital, B35, 4000 Liège, Belgique – Service pluridisciplinaire de médecine et traumatologie du sport (Sports²), centre medical d'excellence de la Fifa, centre de recherche du CIO, centre de médecine du sport de la FIMS, CHU de Liège, avenue de l'Hôpital, B35, 4000 Liège, Belgique

F. Delvaux

Département des sciences de la motricité, université de Liège, allée des Sports, B21, 4000 Liège, Belgique – Service de médecine physique, réadaptation et traumatologie du sport, CHU de Liège, avenue de l'Hôpital, B35, 4000 Liège, Belgique – Service pluridisciplinaire de médecine et traumatologie du sport (Sports²), centre medical d'excellence de la Fifa, centre de recherche du CIO, centre de médecine du sport de la FIMS, CHU de Liège, avenue de l'Hôpital, B35, 4000 Liège, Belgique

J.-L. Croisier

Département des sciences de la motricité, université de Liège, allée des Sports, B21, 4000 Liège, Belgique – Service de médecine physique, réadaptation et traumatologie du sport, CHU de Liège, avenue de l'Hôpital, B35, 4000 Liège, Belgique – Service pluridisciplinaire de médecine et traumatologie du sport (Sports²), centre medical d'excellence de la Fifa, centre de recherche du CIO, centre de médecine du sport de la FIMS, CHU de Liège, avenue de l'Hôpital, B35, 4000 Liège, Belgique

J.-F. Kaux

Département des sciences de la motricité, université de Liège, allée des Sports, B21, 4000 Liège, Belgique – Service de médecine physique, réadaptation et traumatologie du sport, CHU de Liège, avenue de l'Hôpital, B35, 4000 Liège, Belgique – Service pluridisciplinaire de médecine et traumatologie du sport (Sports²), centre medical d'excellence de la Fifa, centre de recherche du CIO, centre de médecine du sport de la FIMS, CHU de Liège, avenue de l'Hôpital, B35, 4000 Liège, Belgique

RÉSUMÉ

Les lésions musculaires sont fréquentes chez le sportif. Elles ont fait l'objet de plusieurs études sans toutefois aboutir à un consensus quant à leur prise en charge. Dans cet article, la discussion a été axée sur les lésions des muscles ischiojambiers (IJs) chez le footballeur, celles-ci étant les

plus fréquentes. Ont été abordées les différentes étapes de cette prise en charge, du diagnostic au traitement, en passant par la prévention qui occupe une place primordiale.

SUMMARY

Muscle injuries are common in athletes and have been the subject of several studies without reaching a consensus on their management. In this article, the discussion focused on the hamstring muscles injury (HMI) in footballers, which are the most frequent. The different stages of this management were discussed, from diagnosis to treatment, including prevention, which is of primary importance.

MOTS CLÉS. Athlète, Critères de retour au jeu, Imagerie, Lésions musculaires squelettiques, Traitement conservateur

KEYWORDS. Athlete, Conservative treatment, Imaging, Return to play criteria, Skeletal muscle injuries.

INTRODUCTION

Les sportifs présentent, en comparaison avec la population générale, un risque plus élevé de lésions musculosquelettiques et d'invalidité à long terme [1] ; cette dernière entraînant une incapacité du sportif à exercer ledit sport et donc sa profession [1]. Ces lésions ont été examinées à l'occasion des Jeux olympiques de Rio, lors d'une étude de cohorte prospective menée par Soligard T et al., dans le contexte d'entraînement mais aussi de compétition. Il a été établi que les localisations anatomiques les plus fréquentes étaient le genou puis la cuisse, la cheville, le visage et enfin la jambe. Notons que les blessures différaient significativement en termes de caractéristiques (localisation, type, mécanisme et perte de temps de pratique) et d'incidence selon le sport concerné. Lors des JO de Rio en 2016, la majorité des blessures étaient décrites comme aiguës, tandis que les lésions liées au surmenage ne représentaient qu'un quart des blessures. Ceci illustre l'intérêt de l'étude des lésions musculaires aiguës chez le sportif dans le but d'établir un plan de prise en charge optimal et consensuel, mais aussi de discuter de la place principale qu'occupe la prévention de ces lésions [1].

GÉNÉRALITÉS

Environ 30 % des blessures chez l'athlète, tous sports confondus, sont dues à des lésions des tissus musculaires [2]. Certaines sont communes à tous les sports mais d'autres sont spécifiques à la discipline [2]. Dans le milieu du football (soccer), 96 % des lésions sont intrinsèques et la plupart

touchent les ischiojambiers et le droit fémoral, mais également les muscles adducteurs et les autres corps musculaires du quadriceps [3].

Dans les sports, comme le rugby, la course à pied et le basketball, les lésions les plus fréquentes touchent les muscles adducteurs et le quadriceps [3].

La prise en charge optimale des lésions musculaires chez le sportif dépend de plusieurs facteurs dont le médecin doit impérativement s'informer, à savoir : le mécanisme lésionnel et la nature intrinsèque ou extrinsèque de la lésion, la localisation anatomique de la lésion ainsi que la structure anatomique concernée et, enfin, la nature primaire ou récidivante de la lésion. Notons qu'il existe des facteurs de risque de traumatisme liés, d'une part, à l'athlète (l'âge, le sexe masculin, l'échauffement inapproprié et la fatigue) et, d'autre part, au muscle concerné (antécédents de blessure [4], haute proportion en fibres musculaires de type II, muscle soit poly-articulaire, d'anatomie complexe ou sujet régulièrement à la contraction excentrique) mais aussi au mouvement, la lésion musculaire au niveau des ischiojambiers (LIJ) survenant majoritairement lors d'un sprint, mouvement à haute vitesse angulaire et à degré d'allongement musculaire élevé [5].

Il est possible de distinguer ces facteurs de risques en facteurs non modifiables, à savoir :

- un premier épisode lésionnel au niveau des ischiojambiers (IJs) majorant le risque de récurrence au cours de la carrière du sportif ;
- antécédent de rupture du ligament croisé, de lésion traumatique du genou, de lésion du triceps sural ou d'entorse de cheville ;
- âge : le risque de LIJ est proportionnel à l'âge. Mais aussi en facteurs de risque sur lesquels il est possible d'agir :
- la force musculaire : le risque de LIJ étant majoré en cas de faiblesse musculaire ou de manque d'endurance ;
- l'architecture musculaire : la longueur des fascicules du biceps fémoral est inversement proportionnelle au risque lésionnel ;
- le calendrier sportif : une majoration du risque lésionnel est observée en cas de fréquence de matchs importante ;
- la charge de travail : la surcharge mais aussi la sous-charge favorisent la blessure chez le footballeur ;
- la cinématique de sprint : les mouvements excessifs au niveau tronculaire et pelvien sont péjoratifs ;
- un faible contrôle moteur du rachis et du bassin.

D'un point de vue clinique, il existe plusieurs classifications des lésions musculaires aiguës dans la littérature avec chacune leurs limites. En effet, il persiste une incapacité à établir un système de classification largement accepté, ceci étant notamment dû à une application clinique limitée, à l'inclusion de résultats subjectifs et à une terminologie ambiguë [6]. Il existe une nécessité

d'établir une classification facile à appliquer cliniquement, permettant de regrouper les lésions présentant une déficience fonctionnelle similaire ayant une valeur pronostique potentielle [6].

L'une des approches récentes de classification est le consensus de Munich dont la validité a été testée avec, pour conclusion, que cette classification était meilleure pour les blessures « structurales » que pour les blessures « fonctionnelles » [6]. Un autre système de classification a été proposé, la British Athletics Muscle Injury Classification (BAMIC) et a démontré sa reproductibilité et sa cohérence [6]. La BAMIC est un système de classification IRM avec des classes clairement définies, centrées sur l'anatomie et basées sur le site de la lésion (myofascial, jonction muscle-tendon (MTJ) ou intratendineux) et l'étendue de la lésion [7]. Elle donne la priorité à l'évaluation clinique initiale qui comprend l'historique de la blessure et l'examen clinique [7]. Cependant, tout comme la classification de Munich utilisant des termes tels que « fonctionnel », il lui a été reproché d'utiliser des termes ambigus, tels que « myofascial » [6].

Une troisième classification, la classification MLG-R [6] comprend quatre catégories principales liées à des paramètres ayant une importance clinique et pronostique : mécanisme de la lésion (M), localisation de la lésion (L), gradation de la gravité (G) et nombre de rechutes musculaires (R).

Mais elle présente également certaines limites, à savoir qu'il ne s'agit que d'un modèle théorique qui doit encore être validé. Son application est également limitée à certains groupes. Cependant elle a l'avantage d'une définition détaillée des niveaux de classification, ainsi qu'une valeur pronostique potentielle et une application clinique aisée pour les professionnels de la santé.

QUELLE EST LA PLACE DE L'IMAGERIE ?

Le diagnostic des lésions musculaires est d'abord clinique avec notamment la présence d'une douleur localisée, d'un gonflement, des amplitudes articulaires de mouvement limitées en actif et/ou en passif [4]. Mais l'imagerie joue un rôle important dans l'évaluation et la gradation de la lésion, l'estimation du pronostic et la décision du traitement le plus approprié [2].

L'échographie : cette technique a de nombreux avantages, à savoir qu'elle est dynamique, bon marché, disponible, pratique et transportable. Mais elle présente l'inconvénient d'être opérateur dépendant [2].

C'est l'examen de choix pour le diagnostic précoce de la lésion musculaire mais aussi pour le suivi du processus de guérison au cours de la rééducation. Elle est de plus en plus populaire en phase aiguë et hyperaiguë dans les sports d'élite et fréquemment réalisée par des radiologues et des cliniciens sportifs [2].

Néanmoins, elle ne permet pas d'évaluer les lésions profondes et présente une perceptibilité moindre comparée à l'IRM.

Malgré une faible sensibilité pour les petites lésions, elle présente une sensibilité de l'ordre de 100 % pour la détection d'un éventuel hématome [3].

L'échographie a également un rôle de guidage, notamment lorsque la ponction d'un hématome intramusculaire s'avère nécessaire, idéalement dans les 10 à 14 jours qui suivent le traumatisme [2].

Après une blessure, le tissu musculaire subit un processus de réparation en plusieurs étapes successives qui ont des caractéristiques échographiques propres, ce qui permet d'établir le stade de guérison de la lésion musculaire, notamment à l'aide de la classification de Peetrans [8].

L'échographie permet également d'évaluer le site de formation de la cicatrice, ce qui reste indispensable étant donné la composante riche en collagène et pauvre en fibres élastiques de cette zone favorisant la récurrence lésionnelle [8]. Cette évaluation peut notamment se faire par l'élastosonographie qui permet la visualisation en temps réel de l'élasticité des tissus. Les lésions de mauvais pronostic ont tendance à montrer une zone de perte en élasticité qui s'étend au-delà de la zone cicatricielle [8].

En termes de pronostic quant au retour à l'activité physique, il existe malheureusement peu de travaux évaluant la valeur de l'échographie. Lors d'une étude portant sur les lésions aiguës des muscles IJs, une corrélation entre l'étendue de la lésion, définie par sa surface de section transversale (objectivée à l'IRM) et la présence d'un hématome intramusculaire (évaluée à l'échographie), un temps de récupération prolongé a été établie [8]. Une autre étude, menée par Renoux et al. a mis en évidence un lien entre le temps de retour au sport chez les athlètes d'élite et la présence du tissu conjonctif dans les lésions musculaires, celle-ci étant objectivée à l'échographie [8]. Selon la classification de Peetrans, il est possible d'estimer le délai pour le retour au sport en fonction du grade de la lésion objectivée à l'échographie [9] : les lésions de grade 0 correspondent à un arrêt d'environ 5 jours, celles de grade I à un arrêt d'une durée de 10 à 40 jours et celles de grade III, à une durée de 40 à 70 jours avant le retour au sport [9]. À l'inverse, une autre étude faite sur les LIJs chez les footballeurs ne retrouve pas d'association entre les résultats de l'échographie et le temps de retour à l'activité sportive [8].

L'échographie Doppler permet de quantifier le flux sanguin intramusculaire, mettant ainsi en évidence une hypervascularisation du tissu cicatriciel, c'est-à-dire une instabilité au niveau du site lésionnel [3]. Elle permet aussi parfois d'identifier une lésion musculaire en mettant en évidence une augmentation du flux sanguin au niveau de cette lésion [2].

L'IRM : elle présente incontestablement une meilleure précision anatomique en ce qui concerne la localisation et l'étendue de la lésion, ce qui peut être très utile en cas d'indication chirurgicale. Son inconvénient principal est d'être un examen statique contrairement à l'échographie. L'IRM doit idéalement être réalisée dans les 24 à 72 h suivant le traumatisme et au plus tard à deux semaines en cas d'indication chirurgicale [4]. Notons qu'en pratique, les délais sont beaucoup plus longs, ce qui représente une limitation considérable.

Cette technique d'imagerie montre une bonne sensibilité pour l'évaluation de l'œdème ainsi que pour le calcul de l'étendue de la rupture tissulaire (qui sera souvent comblée par un hématome) en cas de déchirure musculaire [2].

Elle s'avère également très utile pour différencier une lésion complète d'une lésion incomplète, permettant alors d'évaluer le pronostic et de planifier le traitement [10].

Notons que l'IRM est équivalente à l'échographie en termes de sensibilité pour la détection d'une lésion musculaire aiguë, l'échographie tendant néanmoins à sous-estimer le degré de l'œdème lors du suivi à 6 semaines [2]. Cependant, lors d'une étude comparant ces deux techniques d'imagerie [11], il a été démontré que l'échographie permet de détecter des changements au niveau de l'architecture musculaire quand une IRM pour ce même muscle s'avère négative. L'échographie permettrait donc de mettre en évidence un phénomène de fibrose précocement, tandis que l'IRM sera plus performante dans la mise en évidence de phénomènes d'infiltration graisseuse et d'œdème au niveau musculaire [11].

Cet examen reste néanmoins une ressource limitée, coûteuse, chronophage et statique [2], d'où la nécessité d'établir des indications précises pour son utilisation [3], celles-ci étant : 1) exclure une lésion structurelle chez l'athlète de haut niveau quand l'échographie et la clinique discordent, en se basant notamment sur le système de gradation pour les LIJs dans lequel chaque type de lésion possède des caractéristiques iconographiques propres [12] ; 2) évaluer les muscles plus profonds qui seront alors difficiles à examiner à l'échographie, en cas de lésion partielle ou complète du muscle avec une suspicion de lésion osseuse ou tendineuse et dans le but de fournir un pronostic pour les lésions non structurelles chez le sportif de haut niveau en se basant sur la classification de Munich.

En effet, il est possible d'introduire l'injection de produit de contraste (ex : Gadolinium) lors de la dernière IRM avant le retour au sport du patient. Une comparaison du rehaussement entre le muscle sain et le muscle lésé à l'imagerie sera alors réalisée dans le but de prédire l'état évolutif de la guérison au niveau du muscle atteint [11]. Cela permet de suivre l'évolution de la réparation tissulaire et de différencier une cicatrisation physiologique d'une cicatrisation pathologique (saignements anarchiques, fibrose excessive. . .), réduisant ainsi le risque de récurrence en définissant le pronostic du retour au sport.

L'indice de contraste musculaire s'exprime en pourcentage d'augmentation du rehaussement au niveau du tissu lésé comparé au tissu sain [13]. L'IRM est donc un très bon outil diagnostique mais aussi pronostique [2]. En effet, il a été mis en évidence qu'une IRM négative est corrélée à un temps de récupération plus court (6–9 jours) [9].

D'après une étude [9] portant sur les outils proposés pour prédire le moment du retour à l'activité sportive, la plupart des praticiens se réfèrent à l'IRM en se basant sur la longueur et le volume de la lésion, la localisation de la zone atteinte et le grading de la lésion, en particulier pour les lésions impliquant les LIJs [9].

En considérant la classification de Mueller-Wohlfahrt basée sur la RMN, les intervalles d'arrêt proposés dans la littérature devraient être de 5 à 15 jours pour les lésions fonctionnelles (stade 1a, 1b, 2a et 2b), de 15 à 18 jours pour le stade 3a et de 25 à 35 jours pour les lésions structurelles 3b [9]. Il est important de préciser que plusieurs études ont démontré la persistance de signes de lésion musculaire à l'IRM chez des athlètes cliniquement guéris [9]. Il convient donc de garder à l'esprit que des recherches plus approfondies sont nécessaires pour trouver des indicateurs

pronostiques plus précis [9]. Cela démontre également que l'imagerie peut représenter un outil, mais n'est pas le meilleur critère pour la décision de retour au sport, étant donné la persistance d'une légère discordance entre l'imagerie et la clinique en termes de guérison fonctionnelle. En résumé, que ce soit pour l'échographie ou pour l'IRM, l'extension crânio-caudale de la lésion semble être corrélée avec la durée avant le retour au sport [9]. En effet, les classifications de Peetrons pour l'échographie et de Mueller-Wohlfahrt pour l'IRM ont toutes deux démontré une corrélation positive avec le retour au sport, la seconde ayant une plus forte signification que la première, notamment à cause du manque de reproductibilité pour l'échographie [9].

Concernant les autres techniques iconographiques dans ce contexte lésionnel, la radiographie, le scanner et la médecine nucléaire ne sont pas utilisés en routine en dehors d'un scénario de myosite ossifiante pour lequel le scanner permettra notamment de faire le diagnostic différentiel avec un ostéosarcome.

TRAITEMENT CONSERVATEUR

Avant de discuter du traitement, il est nécessaire de rappeler les étapes du processus de réparation tissulaire. Il se déroule en trois phases [4–10,14].

DÉGÉNÉRESCENCE DES FIBRES MUSCULAIRES ASSOCIÉE À UNE PHASE INFLAMMATOIRE

Cette phase dure de 1 à 3 jours. Concomitamment apparaît un hématome dans l'espace laissé par la déchirure musculaire et la prolifération de cellules inflammatoires qui envahissent cet hématome. Il en découle la formation d'un tissu de granulation qui servira de point d'ancrage aux fibroblastes. Notons que cette prolifération de fibroblastes peut être excessive, aboutissant à un tissu cicatriciel dense.

RÉGÉNÉRATION DES FIBRES MUSCULAIRES

Cette phase dure de 3 à 4 semaines et consiste en une phagocytose du tissu nécrotique associée à une production de tissu conjonctif cicatriciel. On observe également une néoformation des vaisseaux sanguins et une croissance neuronale.

MATURATION, REMODELAGE ET RENFORCEMENT MUSCULAIRE

Cette phase dure de 3 à 6 mois. Elle consiste en un remodelage et une maturation des myofibrilles régénérés associés à la contraction et à la réorganisation du tissu cicatriciel permettant la récupération de la capacité fonctionnelle du muscle. La réparation tissulaire dépend notamment de cellules satellites dérivant d'un pool de réserve de cellules indifférenciées formé pendant le développement embryonnaire. Ces cellules sont localisées sous la lame basale de chaque

myofibrille et, en réponse à une lésion, prolifèrent et se différencient pour finalement former des cellules musculaires multinucléées.

La rééducation fonctionnelle, durant laquelle une approche multimodale est faite, tend à améliorer les capacités sensitives et motrices mais aussi la résistance et la force musculaire [3]. C'est le pilier principal du traitement des lésions musculaires aiguës chez le sportif. Elle est d'ailleurs suffisante à elle seule pour la plupart de ces lésions et doit être envisagée en première intention. Dès le deuxième jour post-traumatique, des techniques d'étirement du groupe musculaire concerné sont débutées, suivies d'un renforcement musculaire adapté en fonction des résultats cliniques et échographiques [8].

Dans ce contexte, il est intéressant de noter que lors d'un essai randomisé et contrôlé chez des sportifs de loisir, les bénéfices d'une rééducation précoce ont clairement été démontrés. En effet, ces sportifs ont été évalués dans deux groupes différents, l'un débutant la rééducation 2 jours après la blessure musculaire et le second à 9 jours post-lésionnel. La rééducation précoce a permis de raccourcir de 3 semaines l'intervalle entre la blessure et la récupération sans douleur et la reprise du sport, sans augmentation significative du risque de nouvelle blessure. Cette différence observée confirme l'importance d'une mise en charge précoce des tissus musculotendineux blessés ainsi que les conséquences cliniques d'une immobilisation prolongée après une blessure musculaire [15].

Dans les premiers jours suivant la lésion, pendant un certain temps, le traitement a consisté en plusieurs gestes résumés par l'acronyme PRICE qui signifie Protection, Rest, Ice, Compression et Elevation. Néanmoins, ce protocole présente l'inconvénient de ne se concentrer que sur la gestion aiguë de la lésion musculaire [14] et a donc progressivement laissé sa place au protocole *PEACE and LOVE* dans la pratique clinique actuelle.

Il est important de préciser que ce protocole présente l'avantage majeur d'englober le continuum de la rééducation depuis la gestion aiguë jusqu'au suivi au long cours que résume l'acronyme *LOVE* [14].

Dans la phase aiguë, la prise en charge à l'acronyme *PEACE* a pour but de minimiser l'étendue de la blessure et de diminuer la taille de l'hématome [3] et se présente comme suit [14] :

- *protect* : la protection de la lésion consiste en la diminution de la charge et/ou la restriction du mouvement pendant 1 à 3 jours pour minimiser le saignement et pour réduire le risque d'aggravation de la lésion. Ce seront alors les signaux douloureux qui entraîneront l'arrêt ou non de la protection ;
- *elevate* : élévation du membre au-dessus du niveau du Cœur pour favoriser le flux du liquide interstitiel hors des tissus lésés mais aussi des tissus sains avoisinants ;
- *avoid anti-inflammatory modalities* : il sera nécessaire d'éviter l'utilisation d'anti-inflammatoires car les différentes phases de l'inflammation sont indispensables à la réparation des dommages des tissus mous. Aussi, la cryothérapie est remise en question, car malgré son rôle analgésique principal, l'application de glace au niveau du muscle lésé pourrait interrompre l'inflammation, l'angiogenèse et la revascularisation ;

- *compress* : l'application d'une pression mécanique externe favorise la limitation de l'oedème intra-articulaire et de l'hémorragie tissulaire ;
- *educate* : il est impératif d'éduquer le patient sur les bénéfices d'une approche active de la guérison.

Une fois que les premiers jours sont passés, le protocole LOVE peut être mis en place. Il consiste en [14] :

- *load* : pour éviter la fragilité et l'atrophie musculaire, une progression contrôlée des charges et une croissance raisonnable en intensité des activités permettront d'éviter une récurrence de la lésion [3]. Un chargement optimal sans augmenter la douleur favorise la réparation, le remodelage et améliore la tolérance du tissu musculaire à la contraction [14] ;
- *optimism* : les attentes optimistes du patient sont associées à de meilleurs résultats et pronostics. Les facteurs psychologiques, comme la catastrophisation, la dépression et la peur peuvent représenter une barrière à la guérison ;
- *vascularisation* : l'activité cardiovasculaire, notamment les exercices de contractions musculaires aérobies permettent d'augmenter la motivation du joueur mais aussi le flux sanguin aux tissus lésés ;
- *exercice* : l'utilisation d'exercices permet de diminuer la récurrence des lésions en restaurant la mobilité, la force et la proprioception de manière précoce. En ce qui concerne le seuil de la douleur lors de ces exercices, une étude [16] a permis de comparer le temps écoulé depuis une blessure musculaire aiguë des IJs jusqu'au retour au jeu après un protocole de rééducation standardisé réalisé sans douleur et avec un seuil de douleur. Cette étude a permis d'arriver à la conclusion que la rééducation avec tolérance d'un certain seuil de douleur n'a pas accéléré le retour au sport, mais a permis une meilleure récupération de la force isométrique des fléchisseurs du genou et un meilleur maintien de la longueur du fascicule de la portion longue du biceps fémoral, par rapport à la rééducation sans douleur.

Néanmoins, il est important de signaler que si les symptômes causés par la lésion n'ont pas été améliorés dans les 3 à 5 jours post-traumatiques, la possibilité d'un hématome intramusculaire ou de dommage tissulaire étendu doit être considérée. Il y aura alors nécessité à réaliser une ponction de cet éventuel hématome pour plusieurs raisons, notamment le maintien de l'inflammation locale, l'étendue du tissu cicatriciel ou encore l'apparition d'une myosite ossifiante.

Dans le cadre du traitement conservateur, il est possible d'envisager l'utilisation d'ultrasons à but thérapeutique. En effet, une stimulation mécanique pourrait théoriquement favoriser l'augmentation de l'activité myoblastique et une vascularisation optimale [17]. Malheureusement, la pratique ne semble pas confirmer cette hypothèse.

Quant à la rééducation en phase non aiguë [18], la progression du renforcement musculaire doit être contrôlée. Le sportif débute donc en phase de régénération, dès 5 jours après la lésion. Le passage à la phase suivante, à savoir la phase fonctionnelle, est conditionné par plusieurs critères basés sur la douleur, la force isolée du muscle en position allongée, les déficits neurologiques, la

souplesse au niveau des IJs ainsi qu'au niveau des fléchisseurs de hanche. En effet, une absence de douleur ainsi qu'un faible degré d'asymétrie sont indispensables à la progression des exercices proposés à l'athlète.

Ces exercices [19] se concentrent sur la mobilité, via des étirements, mais aussi sur la souplesse, via des contractions excentriques dont le rôle principal, dans un premier temps, est de réduire les inhibitions et de favoriser la cicatrisation lésionnelle et l'alignement des fibres musculaires [20].

Le renforcement musculaire [20] permettra ensuite de développer une force maximale, via des contractions excentriques importantes lors des phases plus avancées. Il sera également capital de travailler la force musculaire globale ainsi que l'équilibre, via des exercices à dominance articulaire au niveau du genou et de la hanche dans le cadre des LIJs.

TRAITEMENT MÉDICAMENTEUX

Il existe différentes modalités :

- AINS per os : certains cliniciens les utilisent dans la phase inflammatoire, c'est-à-dire dans les deux-trois premiers jours après la blessure. Cependant, les résultats obtenus sont mitigés : certaines études suggèrent une aggravation du processus de fibrose pendant la réparation tissulaire donnant lieu à un tissu cicatriciel trop important [17]. De plus, les AINS peuvent altérer le processus de guérison en interférant avec la synthèse de prostaglandines qui sont impliquées dans les phases précoces de guérison tissulaire [8]. D'autres études semblent attribuer un rôle aux AINS dans l'activation des cellules satellites favorisant alors la réparation tissulaire [17]. Néanmoins, un argument important en défaveur d'un traitement par AINS est qu'il entraîne chez le joueur une altération de la perception de la douleur au niveau du muscle affecté couvrant ainsi les signaux douloureux protecteurs. Cette perception étant primordiale à une rééducation correcte, notamment en termes de charge d'exercice, la masquer représentera un facteur de récurrence lésionnelle [17] ;
- injections de corticostéroïdes : celles-ci ne sont pas recommandées. En effet, la présence de corticostéroïdes dans le muscle entrave l'absorption de l'éventuel hématome intramusculaire, élargissant ainsi l'étendue de la nécrose et donc augmentant le risque infectieux du site lésionnel. Il a également été démontré que ces injections sont associées à des périodes de rééducation prolongées avec un effet négatif sur la récupération neuromusculaire. Seule la chronicité de la lésion musculaire pourrait justifier ce traitement [17]. Dans le but de prévenir la récurrence d'un éventuel hématome, l'injection de faibles doses de corticoïdes après le drainage de celui-ci peut s'avérer utile [8] ;
- Actovegin® (Nycomed) : il s'agit d'un hémodialysat purifié extrait de sang d'origine bovine par filtration. Selon une étude (Reichl et al., 2017) analysant les effets in vitro de l'Actovegin sur le tissu musculaire, une stimulation des myoblastes et une augmentation de la fusion de ceux-ci pour former la cellule musculaire multinucléée a été mise en évidence [17]. Le résultat étant alors une accélération considérable de la synthèse des fibres musculaires dans le muscle

endommagé [21]. Ces effets seraient basés sur une amélioration de l'activation des cellules satellites. Dans ce contexte, l'utilisation de l'Actovegin serait plus appropriée 3 à 10 jours après le traumatisme musculaire [17]. Néanmoins, son usage clinique sur les lésions musculaires chez le sportif n'est actuellement pas justifié étant donné le manque de données dans la littérature et l'absence d'études incluant un groupe contrôle [17]. Une étude menée par Sondergard et al. en 2016 a mis en évidence une augmentation de la fonction oxydative des mitochondries au niveau des fibres musculaires squelettiques suite à une exposition à l'Actovegin [17], ce qui justifie l'interdiction par l'agence mondiale antidopage de ce traitement par voie intraveineuse [17]. Notons qu'en France ce médicament est interdit depuis 1992 [22] ;

- Traumeel® : le Traumeel ou Tr14 est un mélange de 14 composants biologiques et minéraux dilués ; il aurait pour rôle de supprimer la libération de médiateurs inflammatoires et de stimuler la libération de cytokines anti-inflammatoires [21]. Une étude réalisée par Kerstin muders et al., en 2016, a démontré par un essai clinique en double aveugle, randomisé et contrôlé par placebo que les dommages musculaires et la réponse inflammatoire ont été légèrement modulés par le Traumeel après une période aiguë d'exercices excentriques. En effet, le Tr14 per os a diminué la neutrocytose induite par l'exercice notamment. Il pourrait donc limiter les processus destructeurs après un exercice excentrique, ce qui réduirait alors l'activation du système immunitaire inné et adaptatif en réponse à cet exercice [22]. La possibilité que ces actions anti-inflammatoires accélèrent les processus de régénération est envisageable. Néanmoins, l'impact musculaire pratique chez l'athlète n'a pas été démontré [23]. L'association du Tr14 avec l'Actovegin pour traiter les lésions musculaires est néanmoins considérée comme une pratique standard en médecine sportive, en Allemagne, malgré un niveau de preuves scientifiques faible étant donné l'absence d'essais contrôlés [21]. Son utilisation au niveau mondial reste cependant impossible vu que dans de nombreux pays les produits Traumeel et Actovegin ne sont pas disponibles ou enregistrés comme des médicaments injectables non autorisés ;
- injections d'anesthésiques locaux : leur fonction principale est de bloquer les canaux sodiques, agissant alors sur la force musculaire (relaxation) mais aussi sur la douleur (antidouleur). Cette technique n'est cependant pas indiquée, car elle serait responsable de myotoxicité [17]. En effet, il existe des preuves solides de la myotoxicité de la bupivacaïne et de la lidocaïne et des preuves modérées de la myotoxicité de la mépivacaïne. De plus, plusieurs études sur les anesthésiques locaux injectés par voie intramusculaire ont rapporté des résultats indiquant la myotoxicité. Celle-ci a été mesurée par l'histologie, démontrant alors une dégénérescence des fibres, un œdème, une infiltration de cellules inflammatoires et une nécrose après cette injection. Ces résultats ont été comparés à ceux d'une population témoin qui n'ont reçu aucune injection ou une injection saline, chez qui aucune anomalie ou seulement des dommages limités autour du trajet de l'aiguille ont été objectivés. Un autre moyen d'évaluation de la myotoxicité a été la mesure des niveaux de créatine kinase (CK) qui étaient en augmentation au niveau plasmatique suite à l'injection intramusculaire des anesthésiques locaux, ou une libération locale de CK au site d'injection. Précisons que cette toxicité est dose dépendante [24].

Pour ces deux dernières modalités, le résultat attendu est surtout lié à la régénération tissulaire :

- plasma riche en plaquettes : les injections intramusculaires de PRP ont été sujettes à plusieurs études *in vitro* [17] suggérant que le PRP pourrait accélérer la réparation tissulaire au niveau du tissu musculaire, notamment en favorisant l'activation des cellules satellites et leur différenciation en myoblastes et myofibrilles [17]. Ces injections dérivent d'un échantillon sanguin autologue du sportif lui-même, échantillon qui sera centrifugé pour obtenir un nombre de plaquettes dans un volume de plasma. Notons que ces deux derniers paramètres ne font pas l'objet d'un consensus, ce qui complique l'étude des effets de ce PRP, les méthodes de fabrication étant fortement variables. Les plaquettes contenues dans cette solution libèrent différentes protéines et cytokines qui favoriseraient la réparation et la régénération tissulaire en réponse à un traumatisme [17]. Il est cependant à noter que parmi ces cytokines, le TGF- β favorise la fibrose pendant la phase de régénération [17]. Cependant, plusieurs études évaluant l'effet thérapeutique du PRP chez le sportif n'ont pas pu démontrer sa supériorité par rapport à un placebo [17]. Lors d'un essai contrôlé randomisé impliquant des footballeurs professionnels souffrant d'une blessure aiguë aux IJs, il a été mis en évidence qu'une seule injection de PRP associée à un programme de rééducation intensive ne permettait pas un retour au sport plus rapide qu'avec la rééducation seule [25]. Il a néanmoins été observé chez des sportifs récréatifs que 3 injections, chacune espacées de 7 jours, ont pu donner les résultats suivants : réduction de la douleur, récupération fonctionnelle du muscle, processus de réparation tissulaire observable à l'échographie et absence d'infection locale durant le traitement [26]. Une combinaison du PRP avec du Losartan [3] a été décrite comme efficace pour favoriser le processus de réparation tissulaire. En effet, le Losartan agit contre le processus de fibrose après une lésion musculaire et favorise la guérison en stimulant la régénération tissulaire et l'angiogenèse. Il ne doit être administré que dans les 3 à 7 jours après la blessure pour être efficace [3]. D'autres études suggèrent également que l'application combinée de PRP et d'agents antifibrotiques pourrait favoriser le processus de guérison en limitant un processus excessif de fibrose [17]. Rappelons néanmoins qu'il existe de multiples méthodes de préparation du PRP, montrant alors des effets différents sur les cellules cibles [27]. De plus, le dosage, le moment et le nombre d'applications du PRP ne sont pas standardisés. Une préparation standardisée est donc indispensable et permettrait la réalisation de tests et d'études avec des résultats reproductibles en pratique clinique [27]. Selon un consensus des membres du GOTS sur les thérapies conservatrices pour les blessures musculaires, il n'y a actuellement aucune preuve claire de l'utilité des injections intramusculaires dans le traitement des lésions musculaires [27].
- injections de cellules souches [28] : la régénération du muscle squelettique est un processus biologique impliquant différentes populations cellulaires, à savoir les cellules inflammatoires et les cellules souches musculaires ou cellules satellites. Ces dernières sont quiescentes dans des conditions stables mais, suite à une lésion, elles prolifèrent et se différencient permettant alors l'expression de facteurs de transcriptions spécifiques telle que la boîte Pax7 et de facteurs de régulation myogénique, entre autres. En cas de blessure grave telle que les déchirures musculaires, la capacité de réparation endogène du muscle n'est pas suffisante pour une récupération musculaire complète. Dans ce contexte, les thérapies cellulaires utilisant des

cellules souches d'origine myogénique et non myogénique sont très intéressantes. La thérapie par cellules souches (TSC) peut utiliser les cellules satellites qui pourront repeupler le pool de réserve, augmentant ainsi le potentiel de régénération du muscle et sa contractilité. Mais ces cellules sont rares, leur isolement et leur récolte étant extrêmement difficiles. Les cellules souches mésenchymateuses sont alors souvent préférées car elles possèdent un large potentiel de différenciation et sont plus accessibles. En effet, ces cellules souches mésenchymateuses (CSM) peuvent être isolées à partir de plusieurs tissus tels que la moelle osseuse et le tissu adipeux [28]. Parmi les caractéristiques intéressantes des CSM, on compte l'auto-renouvellement, la multipotence, les propriétés immunomodulatrices et la sécrétion de facteurs de croissance et de cytokines [29]. Les CSM dérivées du tissu adipeux ont été signalées comme ayant une plus grande tendance à la différenciation myogénique, en comparaison avec celles dérivées de la moelle osseuse [29]. Une injection de CSM dérivées du tissu adipeux pourrait donc augmenter le nombre de nouvelles myofibrilles régénérées au niveau du site lésionnel [29].

Les CSM dérivant de la moelle osseuse jouent également un rôle d'inhibition des cytokines pro-inflammatoires tout en stimulant les médiateurs anti-inflammatoires, réduisant ainsi l'évolution vers la fibrose en agissant sur le TGF-beta [28]. De la même manière, l'administration de CSM dérivées du tissu adipeux en association avec le Losartan, qui est un antifibrotique, pourrait permettre l'amélioration de la régénération et de l'hypertrophie musculaire tout en inhibant tout processus de fibrose [29].

Afin d'évaluer la réussite de la greffe de cellules souches, il est utile de noter qu'en cas d'échec de la greffe de CSM dérivant de la moelle osseuse, on observera une infiltration massive de leucocytes dans le muscle, une régénération réduite du tissu musculaire et une augmentation de la nécrose cellulaire ainsi qu'une sécrétion élevée de cytokines pro-inflammatoires [28].

TRAITEMENT CHIRURGICAL

Le traitement chirurgical est rarement indiqué, le traitement conservateur étant la plupart du temps suffisant. Néanmoins, dans certains cas bien précis une intervention s'avère être l'indication la plus pertinente. Ces indications étant [10] : le drainage d'un hématome en intramusculaire pouvant se compliquer en myosite ossifiante, la nécessité d'une réinsertion musculaire ou tendineuse en cas de rupture complète d'un muscle qui ne possède pas d'agoniste, résultant ainsi en une impotence importante, une déchirure partielle ou de plus de la moitié du muscle [10], une douleur persistante depuis plus de 4 à 6 mois chez le patient, surtout si elle est accompagnée d'impotence, ce qui pourrait révéler une rétraction cicatricielle et enfin une myosite ossifiante invalidant le patient d'un point de vue fonctionnel ou douloureux.

Notons qu'en cas de déficit musculaire (gap) large, la portion dénervée du muscle peut s'associer à un déficit neurologique permanent ainsi qu'à une atrophie musculaire. Dans ces circonstances, une chirurgie sera indiquée car celle-ci augmentera les chances de réinnervation musculaire et le développement d'un tissu cicatriciel épais pourra être évité [10].

La technique chirurgicale en cas de rupture complète du muscle a été décrite dans le cadre d'une étude évaluant le traitement chirurgical d'une rupture proximale des muscles ischiojambiers, celle-ci entraînant un handicap important si non traitée [30].

L'intervention consiste en une incision transversale au niveau du pli fessier. Une fois le bord caudal du grand fessier identifié, il est rétracté de façon proximale pour visualiser la gaine des ischiojambiers. Celle-ci est ensuite divisée longitudinalement afin de permettre l'évacuation de l'hématome, exposant ainsi l'extrémité libre des tendons. Le nerf sciatique doit être identifié et protégé tout au long de la procédure et, si nécessaire, en cas de blessures chroniques, disséqué pour libérer le tendon cicatriciel. Quand c'est possible, le tendon doit être rapproché de l'empreinte de la tubérosité osseuse mais en cas de raccourcissement musculaire une allogreffe s'avère nécessaire. En postopératoire [30], les patients sont placés dans une orthèse de hanche verrouillée et neutre pour limiter la flexion de la hanche pendant 4 semaines. Par la suite, ils sont orientés vers un traitement de rééducation au cours duquel la mise en charge complète sans l'orthèse et une mobilisation douce de la hanche et du genou peuvent débuter au deuxième mois. Une progression graduelle vers des activités de renforcement est alors débutée après 8 à 10 semaines. Six mois après l'opération, le patient reprend généralement une activité complète sans restrictions [30].

Suite à l'intervention chirurgicale, le muscle doit être protégé par une bande élastique placée autour du membre et permettant une immobilisation et une compression relative de celui-ci [10].

La chirurgie devra être de préférence précoce, permettant ainsi une rééducation fonctionnelle plus rapide et évitant l'apparition de potentiels symptômes neurologiques [10].

D'un point de vue pratique, une suture stable des tissus musculaires est indispensable à la remobilisation précoce sans risques de rupture de ces sutures et de récurrence lésionnelle. Dans ce contexte, l'incorporation de l'épimysium montre une amélioration significative des propriétés biomécaniques des muscles suturés [3].

L'évaluation clinique postopératoire doit être réalisée à 6 semaines, 3 mois, 6 mois, un an puis tous les 3 ans. Le suivi par l'IRM et des tests isocinétiques sera réalisé au moins lors du suivi à 6 mois [31].

PRÉVENTION

La prévention reste évidemment cruciale et doit être strictement respectée afin de préserver le sportif. Il est indispensable d'identifier les mécanismes lésionnels ainsi que les facteurs favorisant sachant qu'une lésion musculaire se produit le plus souvent à haute intensité, en contraction excentrique, à haute vitesse et en cas de contrainte d'élongation musculaire élevée [32].

Il est donc nécessaire d'adopter une approche multifactorielle permettant à l'athlète de tolérer des exercices intenses en agissant sur les facteurs de risque principaux. Ces derniers sont, comme

énoncé plus haut, modifiables ou non. Il s'agit de facteurs notamment axés sur l'aspect physique et organisationnel de la vie du sportif mais aussi son aspect psychologique.

La stratégie de prévention des blessures se base donc sur quatre mesures :

- la charge : il est nécessaire d'optimiser le processus de mise en charge, que celle-ci soit une charge sportive ou non. Il faudra évaluer la charge absolue, la charge relative, la vitesse de variation de cette charge, la charge émotionnelle... Une surveillance permanente des symptômes et des blessures doit être respectée afin de s'adapter au sportif et de permettre une meilleure planification des événements. Le choix des outils de surveillance est capital ainsi que la détermination des limites imposées au sportif ;
- le renforcement musculaire : son intensité, sa vélocité, les contraintes d'élongation que le sportif est capable d'accepter sont évaluées ;
- l'évaluation de différents mouvements comme le sprint, le *kick*, en évaluant leur qualité et leur intensité au cours de l'entraînement ;
- le développement de la condition physique de l'athlète : un bon état cardiovasculaire, une endurance musculaire, une stabilité lombo-pelvienne de la hanche, un contrôle neuromusculaire adéquats permettent de prévenir l'apparition d'une lésion musculaire.

Au cours de ces différentes mesures, il est possible d'aborder une approche de groupe, notamment afin d'améliorer la cohésion de l'équipe mais aussi une approche individualisée qui permettra d'adapter la prise en charge aux facteurs de risque individuels grâce à la réalisation de tests de dépistage permettant une prévention individuelle selon le profil du sportif. Ces tests de dépistage sont basés sur les antécédents lésionnels, l'âge, la qualité du mouvement, la tolérance à la charge, la flexibilité, l'architecture musculaire, la biomécanique... [32]. Ils permettent également la détection précoce de déficits musculaires ou de déséquilibres de force au niveau des groupes musculaires agonistes/antagonistes.

Il est important d'insister sur la base de la prévention : l'adhésion du sportif. Cette adhésion est renforcée par le développement des connaissances, le fait de commencer jeune, la cocréation d'un programme avec implication des parties prenantes, en particulier de l'athlète au maximum [32].

Plusieurs autres éléments ont montré une efficacité et sont actuellement appliqués par le sportif et son équipe. Il s'agit notamment de la mobilisation, des entraînements pré-saison ainsi que des exercices qui améliorent le contrôle des muscles centraux du corps qui seront importants dans la préparation de l'athlète. Dans ce contexte, il existe des programmes de prévention utilisés chez l'athlète mais aussi chez le sportif amateur.

Ainsi, l'utilisation du programme de prévention incluant les exercices de type Nordic Hamstring (NH) est assez fréquente, en particulier chez le joueur de football, ce sport ayant l'incidence la plus élevée de lésions musculaires au niveau des IJs. Dans ce contexte, une méta-analyse a permis de confirmer que l'exercice NH seul ou en combinaison avec un programme de prévention des blessures peut réduire d'environ 50 % la probabilité à long terme de blessure aux ischiojambiers

chez les joueurs de football, en comparaison avec ceux qui ne l'appliquent pas [33]. En effet, l'exercice NH s'est avéré efficace pour augmenter la force excentrique des fléchisseurs du genou et réduire les blessures aux ischiojambiers dans le football [34].

D'après Timmins et al., il a été mis en évidence, suite à un entraînement excentrique des fléchisseurs du genou sur un dynamomètre isocinétique, que l'exercice excentrique augmenterait la longueur des fascicules musculaires tandis que l'entraînement concentrique provoquerait leur raccourcissement [34]. Il a également été observé que les joueurs de football avec des fascicules musculaires (notamment du long biceps fémoral) plus courts présentaient un risque quatre fois plus élevé de lésions musculaires des ischiojambiers que les joueurs avec des fascicules plus longs [34].

Il existe également le programme FIFA 11+, qui a été développé en 2006. Celui-ci consiste en un échauffement complet ayant pour but de prévenir les blessures chez les joueurs de football amateurs, masculins ou féminins. Plusieurs essais contrôlés ont été réalisés, confirmant que l'échauffement FIFA 11+ prévient de manière significative les lésions intrinsèques chez le joueur de football mais aussi de basketball [35]. La compliance à ce programme est primordiale, la diminution du risque étant proportionnelle à l'adhésion du sportif à celui-ci. Cependant, notons qu'au niveau du football professionnel la littérature ne permet pas de démontrer une efficacité de ce programme dans la prévention des lésions des membres inférieurs [35].

CRITÈRES DE REPRISE DE L'ACTIVITÉ SPORTIVE (OU RTP : RETURN TO PLAY)

Une fois la lésion musculaire traitée, il est important de déterminer dans quelles conditions le sportif va reprendre une activité sportive. En effet, la récurrence de la lésion musculaire est un événement fréquent, amenant à de longs temps d'arrêt d'activité chez le sportif, ce qui, tout comme la lésion musculaire initiale, voire même plus, sera préjudiciable d'un point de vue physique mais aussi psychologique et financier. La récurrence des lésions au niveau des muscles IJs (Harmstring muscles injury ou HMI) étant la plus fréquente, une étude s'est penchée sur les critères de reprise de l'activité sportive chez le footballeur [36]. Les auteurs ont tenté d'obtenir un consensus d'experts (médecins d'équipe de clubs de football d'élite français et belges) sur les critères RTP pour l'HMI dans le football professionnel.

Une liste de 12 critères a été définie [36,37]. Les critères ayant fait l'objet d'un consensus dans cette étude peuvent être regroupés en quatre domaines principaux.

LA PERFORMANCE FONCTIONNELLE

La capacité du sportif à effectuer des sprints maximaux et à atteindre une vitesse linéaire maximale a été considérée comme essentielle par tous les participants. En effet, ces mouvements constituent le mécanisme le plus courant de l'HMI dans le football professionnel. La récupération

de la condition physique du sportif identique à celle qu'il avait avant le traumatisme musculaire est indispensable avant le RTP, car il a été démontré que les pics soudains de charge de travail augmentent le risque de récurrence lésionnelle. De plus, le joueur en mauvaise condition physique est plus vulnérable à la fatigue qui est un des facteurs de risque les plus importants pour les lésions intrinsèques et est considérée comme la raison principale de l'augmentation des HMI à la fin de chaque mitemps [37].

LA FORCE ET LA SOUPLESSE

Tous les participants ont convenu qu'une force et une flexibilité complètes des IJs sont nécessaires pour un RTP sûr. En effet, une augmentation significative du risque de nouvelle blessure dans les 12 mois a été documentée [37] lors de la récupération incomplète de la force et de la flexibilité des IJs dans une cohorte composée principalement de joueurs de football. Il convient de noter que la plupart des déséquilibres de la force isocinétique ont été révélés dans la phase de contraction excentrique [37]. Par conséquent, dans le futur, les différents types de contractions musculaires devront être considérés séparément et l'accent devra être mis sur la force excentrique plutôt que concentrique ou isométrique chez le footballeur présentant une HMI.

LA DOULEUR

Étonnement, les experts sont mitigés quant à la nécessité de ne ressentir aucune douleur dans le muscle chez l'athlète lors de son retour à l'activité sportive [37].

La règle stricte de « l'absence de douleur » a été recommandée par un grand nombre d'auteurs et considérée comme le critère le plus important dans une enquête précédente menée auprès de médecins de clubs de football [36,37].

Pour ces raisons, il est difficile d'interpréter l'accord seulement partiel sur ce critère qui nécessitera alors des études supplémentaires afin de prendre une décision quant à l'acceptation ou non de l'absence de douleur comme critère de reprise de sport et du risque de récurrence associé.

LA CONFIANCE DU JOUEUR

C'est un critère unanime pour la reprise du sport. En effet, l'impact psychologique sur la gestion d'une lésion musculaire et ses conséquences est incontestable [37]. Les émotions négatives telles que l'anxiété et l'appréhension sont préjudiciables à la performance et sont associées à un risque accru de récurrence [37]. Afin d'évaluer spécifiquement l'appréhension du joueur, nous disposons du H-test d'Askling, [37] qui permet efficacement d'évaluer la préparation au RTP. En effet, seulement une récurrence sur 75 HMI a été rapportée lorsqu'il a été utilisé sur des joueurs de football [37].

Néanmoins, ce test n'a pas fait l'unanimité lors de cette étude [37].

Ces critères représentent donc une bonne base mais il sera nécessaire de les réévaluer selon les résultats observés dans la pratique et de les préciser et les nuancer, notamment grâce à des études supplémentaires.

Une seconde étude [37] a été menée en collaboration avec les associations française et belge de football. Lors de cette étude, il a été demandé à 37 médecins du sport, de clubs de football professionnels masculins français (Ligue 1 et 2) et belges (première division), de classer en fonction de leur pratique médicale quotidienne une liste de critères de RTP suite à une lésion musculaire de type entorse au niveau des IJs.

Un autre outil plus récent, le cadre de référence STARRT, a été illustré lors d'une étude [38]. Ce cadre se base sur le fait que la décision de RTP dépend d'une évaluation du risque du résultat de ce RTP. Ce risque est ensuite comparé à la tolérance du sportif à ce risque : si le risque est supérieur à la tolérance au risque, le RTP ne pourra être autorisé [38]. Notons que le RTP dans la pratique clinique peut faire référence à un retour complet sans restrictions mais aussi à un retour partiel ou une simple autorisation de pratiquer du sport [38].

Cette évaluation se fait en 3 étapes correspondant aux trois aspects à prendre en compte pour déterminer le risque lié au retour à l'activité physique chez le sportif.

PREMIÈRE ÉTAPE : SANTÉ DES TISSUS

Une blessure se produit lorsque le stress appliqué (celui-ci dépendant de l'activité) au tissu dépasse le stress que ce tissu peut absorber. La première étape consiste donc à évaluer le stress que le tissu peut absorber avant d'être endommagé car, pour un même niveau d'activité, le risque de blessure augmente avec la détérioration initiale du tissu. L'évaluation de l'état tissulaire se fait surtout par l'anamnèse et l'examen clinique, c'est-à-dire par la présence de symptômes tels que la douleur ou le gonflement et par des tests diagnostiques [38].

DEUXIÈME ÉTAPE : CONTRAINTES TISSULAIRES

Cette étape consiste en l'évaluation du stress qui sera appliqué au tissu musculaire. En effet, pour un même stress, aussi minime soit-il, la réponse du tissu sera très variable et pourra résulter en une blessure. Ces contraintes tissulaires sont directement liées à l'activité physique qu'il sera possible de catégoriser selon le principe d'entraînement « FITT » notamment. L'activité sera alors classée en fonction de sa fréquence, son intensité et son type.

TROISIÈME ÉTAPE : TOLÉRANCE AU RISQUE

Cette étape permet d'énoncer explicitement le seuil du clinicien pour un risque acceptable et les facteurs qui affectent cette valeur. En effet, une décision de RTP sera considérée comme appropriée par la société lorsqu'elle est basée sur une évaluation précise du risque et sur une tolérance au risque qui est à la fois liée au bien-être du patient et conforme aux valeurs de la société.

Si, après avoir pris en compte tous les facteurs, l'évaluation du risque est inférieure à la tolérance au risque, la décision doit être de pratiquer le RTP. Dans le cas contraire, la décision ne doit pas être prise en faveur du RTP [38].

CONCLUSION

Les lésions musculaires aiguës sont fréquentes chez le sportif. Étant donné la prédominance des lésions musculaires au niveau des ischiojambiers chez les joueurs de football et les importants dommages qui en découlent, nous nous sommes permis d'axer cet article sur ce type de lésions.

Mais rappelons que tout sportif de toute discipline est sujet à ce phénomène et qu'une prise en charge adéquate est nécessaire à la bonne gestion de la réparation musculaire et à la prévention de la récurrence. Ces lésions musculaires ont en effet des conséquences non négligeables sur la carrière du sportif à court et long termes. La littérature actuelle ne permet pas d'établir un consensus quant à la prise en charge de ces lésions musculaires aiguës chez l'athlète, mais une évolution constante est observée quant aux outils de diagnostic, de prévention et de traitement. La prise en charge actuelle dépend fortement de protocoles mettant en évidence des résultats satisfaisants en pratique, mais ne s'appuyant pas toujours sur des preuves scientifiques. Des recherches supplémentaires restent donc nécessaires afin de nuancer et préciser l'intérêt clinique de ces pratiques.

Déclaration de liens d'intérêts

Les auteurs déclarent ne pas avoir de liens d'intérêts.

RÉFÉRENCES

- [1] Soligard T, Steffen K, Palmer D, Alonso JM, Bahr R, Lopes AD, et al. Sports injury and illness incidence in the Rio de Janeiro 2016 Olympic Summer Games: a prospective study of 11,274 athletes from 207 countries. *Br J Sports Med* 2017;51(17):1265–71. doi: 10.1136/bjsports-2017-097956 [Epub 2017 Jul 29. PMID: 28756389].
- [2] Lee JC, Mitchell AW, Healy JC. Imaging of muscle injury in the elite athlete. *Br J Radiol* 2012;85(1016):1173–85. doi: 10.1259/bjr/84622172.
- [3] Maffulli N, Del Buono A, Oliva F, et al. Muscle injuries: a brief guide to classification and management. *Transl Med UniSa* 2014;12:14–8 [Published 2014 Sep 1].
- [4] Lempainen L, Mechó S, Valle X, et al. Management of anterior thigh injuries in soccer players: practical guide. *BMC Sports Sci Med Rehabil* 2022;14(1):41. doi: 10.1186/s13102-022-00428-y [Published 2022 Mar 18].

- [5] Delvaux F, Croisier J-L, Kaux J-F. La prévention des lésions musculaires des ischio-jambiers *Journal de Traumatologie du Sport* 2018;35:152–157.
- [6] Valle X, Alentorn-Geli E, Tol JL, Hamilton B, Garrett Jr WE, Pruna R, et al. Muscle injuries in sports: a new evidence-informed and expert consensus-based classification with clinical application. *Sports Med* 2017;47(7):1241–53. doi: [10.1007/s40279-0160647-1](https://doi.org/10.1007/s40279-0160647-1) [PMID: 27878524].
- [7] Macdonald B, McAleer S, Kelly S, Chakraverty R, Johnston M, Pollock N. Hamstring rehabilitation in elite track and field athletes: applying the British Athletics Muscle Injury Classification in clinical practice. *Br J Sports Med* 2019;53(23):1464–73. doi: [10.1136/bjsports-2017-098971](https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-098971) [Epub 2019 Jul 12. PMID: 31300391].
- [8] Paoletta M, Moretti A, Liguori S, Snichelotto F, Menditto I, Toro G, et al. Ultrasound imaging in sport-related muscle injuries: pitfalls and opportunities. *Medicina (Kaunas)* 2021;57(10):1040. doi: [10.3390/medicina57101040](https://doi.org/10.3390/medicina57101040) [PMID: 34684077; PMCID: PMC8540210].
- [9] Ossola C, Curti M, Calvi M, Tack S, Mazzoni S, Genesio L, et al. Role of ultrasound and magnetic resonance imaging in the prognosis and classification of muscle injuries in professional football players: correlation between imaging and return to sport time. *Radiol Med* 2021;126(11):1460–7. doi: [10.1007/s11547-02101396-y](https://doi.org/10.1007/s11547-02101396-y).
- [10] Fernandes TL, Pedrinelli A, Hernandez AJ. Muscle injury – physiopathology, diagnosis, treatment and clinical presentation. *Rev Bras Ortop* 2015;46(3):247–55. doi: [10.1016/S2255-4971\(15\)30190-7](https://doi.org/10.1016/S2255-4971(15)30190-7) [Published 2015 Dec 8].
- [11] Mul K, Horlings CGC, Vincenten SCC, Voermans NC, van Engelen BGM, van Alfen N. Quantitative muscle MRI and ultrasound for facioscapulohumeral muscular dystrophy: complementary imaging biomarkers. *J Neurol* 2018;265(11):2646–55. doi: [10.1007/s00415-018-9037-y](https://doi.org/10.1007/s00415-018-9037-y) [Epub 2018 Sep 6. PMID: 30191320; PMCID: PMC6182682].
- [12] Patel A, Chakraverty J, Pollock N, Chakraverty R, Suokas AK, James SL. British athletics muscle injury classification: a reliability study for a new grading system. *Clin Radiol* 2015;70(12):1414–20. doi: [10.1016/j.crad.2015.08.009](https://doi.org/10.1016/j.crad.2015.08.009) [Epub 2015 Sep 15. PMID: 26385202].
- [13] Calvi M, Curti M, Mazzoni S, et al. Paramagnetic contrast medium in high-level athletes with lower limb muscle injuries: can it make the return to sport safer reducing the recurrence rate? *Radiol Med* 2022. doi: [10.1007/s11547-021-01396-y](https://doi.org/10.1007/s11547-021-01396-y) [<https://doi.org/10.1007/s11547-022-01472-x>](11):1460-1467. Epub 2021 Jul26. PMID : 34309765; PMCID: PMC8558158].
- [14] Dubois B, Esculier J-F. *Br J Sports Med* 2020;54:72–3.
- [15] Bayer ML, Magnusson SP, Kjaer M, Tendon Research Group Bispebjerg. Early versus delayed rehabilitation after acute muscle injury. *N Engl J Med* 2017;377(13):1300–1. doi: [10.1056/NEJMc1708134](https://doi.org/10.1056/NEJMc1708134) [PMID: 28953439].
- [16] Hickey JT, Timmins RG, Maniar N, Rio E, Hickey PF, Pitcher CA, et al. Pain-free versus pain-threshold rehabilitation following acute hamstring strain injury: a randomized controlled

- trial. *J Orthop Sports Phys Ther* 2020;50(2):91–103. doi: 10.2519/ jospt.2020.8895 [PMID: 32005093].
- [17] Hotfiel T, Seil R, Bily W, et al. Nonoperative treatment of muscle injuries – recommendations from the GOTS expert meeting. *J Exp Orthop* 2018;5(1):24. doi: 10.1186/s40634-018-0139-3 [Published 2018 Jun 22].
- [18] Mendiguchia J, Martinez-Ruiz E, Edouard P, Morin JB, MartinezMartinez F, Idoate F, et al. A multifactorial, criteria-based progressive algorithm for hamstring injury treatment. *Med Sci Sports Exerc* 2017;49(7):1482–92. doi: 10.1249/MSS.0000000000001241 [PMID: 28277402].
- [19] O'Sullivan K, McAuliffe S, Deburca N. The effects of eccentric training on lower limb flexibility: a systematic review. *Br J Sports Med* 2012;46(12):838–45. doi: 10.1136/bjsports-2011-090835 [Epub 2012 Apr 20. PMID: 22522590].
- [20] Rééducation des lésions musculaires. François Delvaux, Université et CHU de Liège.
- [21] *Br J Sports Med* 2008;42:158–9. doi: 10.1136/ bjsm.2008.046722.
- [22] <https://www.sportifinfoservice.fr/lactovegin-est-il-dopant.php>.
- [23] Muders K, Pilat C, Deuster V, Frech T, Krüger K, PonsKühnemann J, et al. Effects of Traumeel (Tr14) on exercise induced muscle damage response in healthy subjects: a doubleblind RCT. *Mediators Inflamm* 2016;2016:1693918. doi: 10.1155/ 2016/1693918 [Epub 2016 Jul 5. PMID: 27478305; PMCID: PMC4949332].
- [24] Reurink G, Goudswaard GJ, Moen MH, et al. Myotoxicity of injections for acute muscle injuries: a systematic review. *Sports Med* 2014;44:943–56. doi: 10.1007/s40279-014-0186-6.
- [25] Hamilton B, Tol JL, Almusa E, et al. *Br J Sports Med* 2015;49:943–50.
- [26] Bernuzzi G, Petraglia F, Pedrini MF, et al. Use of platelet-rich plasma in the care of sports injuries: our experience with ultrasound-guided injection. *Blood Transfus* 2014;12(Suppl 1):s229– 34. doi: 10.2450/2013.0293-12.
- [27] Tischer T, Bode G, Buhs M, et al. Platelet-rich plasma (PRP) as therapy for cartilage, tendon and muscle damage – German working group position statement. *J Exp Orthop* 2020;7 (1):64. doi: 10.1186/s40634-020-00282-2 [Published 2020 Sep 3].
- [28] Scala P, Rehak L, Giudice V, Ciaglia E, Puca AA, Selleri C, et al. Stem cell and macrophage roles in skeletal muscle regenerative medicine. *Int J Mol Sci* 2021;22(19):10867. doi: 10.3390/ijms221910867 [PMID: 34639203; PMCID: PMC8509639].
- [29] Dunn A, Talovic M, Patel K, Patel A, Marcinczyk M, Garg K. Biomaterial and stem cell-based strategies for skeletal muscle regeneration. *J Orthop Res* 2019;37(6):1246–62. doi: 10.1002/jor.24212 [Epub 2019 Feb 14. PMID: 30604468].
- [30] Shambaugh BC, Olsen JR, Lacerte E, Kellum E, Miller SL. A comparison of nonoperative and operative treatment of complete proximal hamstring ruptures. *Orthop J Sports Med*

- 2017;5(11). doi: [10.1177/2325967117738551](https://doi.org/10.1177/2325967117738551) [2325967117738551. PMID: 29201925; PMCID: PMC5697601].
- [31] Lefevre N, Bohu Y, Naouri JF, Klouche S, Herman S. Returning to sports after surgical repair of acute proximal hamstring ruptures. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2013;21(3):534–9. doi:22972314].
- [32] Delvaux F, PT, SCC, PhD University & University Hospital of Liege. « what's wrong with muscle injuries. Prevention of muscle injuries ».
- [33] Al Attar WSA, Soomro N, Sinclair PJ, Pappas E, Sanders RH. Effect of injury prevention programs that include the Nordic hamstring exercise on hamstring injury rates in soccer players: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med* 2017;47 (5):907–16. doi: [10.1007/s40279-016-0638-2](https://doi.org/10.1007/s40279-016-0638-2) [PMID: 27752982].
- [34] Bourne MN, Duhig SJ, Timmins RG, et al. *Br J Sports Med* 2017;51:469–77.
- [35] Bizzini M, Dvorak J. FIFA 11+: an effective programme to prevent football injuries in various player groups worldwide-a narrative review. *Br J Sports Med* 2015;49(9):577–9. doi: [10.1136/bjsports2015-094765](https://doi.org/10.1136/bjsports2015-094765) [PMID: 25878073; PMCID: PMC4413741].
- [36] Delvaux F, Rochcongar P, Bruyère O, et al. Return-to-play criteria after hamstring injury: actual medicine practice in professional soccer teams. *J Sports Sci Med* 2014;13(3):721–3 [Published 2014 Sep 1].
- [37] Zambaldi M, Beasley I, Rushton A. *Br J Sports Med* 2017;51:1221–6.
- [38] Shrier I. *Br J Sports Med* 2015;49:1311–5.