

Prise en charge des lésions musculaires aiguës en 2018

Dr^s ADRIEN JEAN-PIERRE SCHWITZGUEBEL^a, GUILLAUME MUFF^{a,b}, EMIKO NAETS^a,
Dr^s CHRISTOS KARATZIOS^{a,b}, MATHIEU SAUBADE^b et Pr VINCENT GREMEAUX^b

Rev Med Suisse 2018; 14: 1332-9

Les lésions musculaires sont fréquentes en traumatologie sportive. Le mécanisme traumatique est plus fréquemment intrinsèque (par élévation) qu'extrinsèque (par choc direct ou lacération). Le diagnostic se fait sur la base de la description du mécanisme lésionnel et de l'examen clinique. L'estimation de la gravité et des délais de reprise est aidée par les examens d'imagerie, comme l'échographie. La prise en charge immédiate se base sur le protocole POLICE (Protection, Optimal loading, Ice, Compression, Elevation). Les anti-inflammatoires non stéroïdiens sont à proscrire. Les lésions de haut grade peuvent bénéficier d'une ponction-évacuation d'hématome, voire d'une réparation chirurgicale. Il est recommandé de débiter une rééducation adaptée dès 48 heures après le traumatisme, quelle que soit la sévérité de la lésion initiale.

The acute management of muscle injuries in 2018

Acute muscle lesions are frequent conditions in sports traumatology. Intrinsic traumatic mechanism (excessive stretch) is more prevalent than extrinsic mechanism (direct shock or lacerations). The diagnosis is generally based on the injury mechanism description together with the clinical examination. The ultrasonography is helpful in order to evaluate the severity of the lesion and the time to sports resumption. The initial management is based on the POLICE acronym: Protection, Optimal loading, Ice, Compression, and Elevation. For high grade muscle lesions, patients might benefit from either ultrasound-guided hematoma evacuation or surgical repair. Non-steroid anti-inflammatory drugs should be avoided within the first days. The rehabilitation should begin 48h after the trauma, whatever the severity of the lesion.

INTRODUCTION

Les lésions musculaires font partie des blessures sportives les plus fréquentes, représentant 10 à 55% d'entre elles.¹⁻⁷ Lors des championnats du monde d'athlétisme de 2011, 1,7% des athlètes ont présenté une déchirure musculaire susceptible de mener à un arrêt de la compétition.⁶ Les footballeurs professionnels présentent en moyenne 3 lésions musculaires pour 1000 heures de jeu en match.⁸⁻¹⁰ Cela représente environ un tiers de toutes les blessures, ainsi que 20 à 46% des arrêts pour blessure sportive. Les muscles les plus couramment

touchés sont ceux de la cuisse et les gastrocnémiens, avec une nette prédominance pour les ischio-jambiers.^{8,9}

DIAGNOSTIC ET CLASSIFICATION

Mécanisme lésionnel

Les lésions musculaires peuvent survenir sur un mécanisme traumatique direct ou indirect. Un traumatisme direct provoque une dilacération des fibres musculaires, accompagnée d'une hémorragie interstitielle parfois volumineuse. La localisation la plus fréquente est le vaste intermédiaire, par compression du muscle contre la diaphyse fémorale.

Les lésions dites indirectes sont observées dans les suites d'une contraction musculaire brutale (démarrage) ou comme conséquence d'une mise en tension explosive, au-delà des possibilités physiologiques (tacle au football, par exemple), où le muscle se trouve soumis à des contraintes dépassant ses limites, sans contrôle des muscles antagonistes. Le mécanisme traumatique intrinsèque (par élévation du muscle), est plus fréquent et associé à une récupération plus longue par rapport au mécanisme extrinsèque (par contusion directe ou lacération du muscle).^{8,10,11}

La grande majorité des lésions touchent les membres inférieurs, en particulier les muscles bi-articulaires (droit antérieur, ischio-jambiers, et gastrocnémien médial), qui sont soumis à de plus grandes amplitudes et exposés à une asynergie lors d'un mouvement rapide et violent, normalement contrôlé par un couple agoniste-antagoniste. Ci-dessous quelques exemples de mécanismes lésionnels fréquents:

- muscle droit antérieur (quadriceps): lors du shoot, par flexion de hanche et extension du genou.
- Muscles ischio-jambiers: lors d'un tacle ou en fin de phase aérienne lors d'un sprint, avec flexion de hanche et extension du genou.
- Muscles adducteurs: lors de mécanismes d'élévation brutale lors de certains gestes spécifiques, notamment au football et hockey sur glace. A noter une fréquence lésionnelle particulièrement élevée pour ce groupe musculaire monoarticulaire, qui s'explique par le fait qu'il s'agit de muscles courts et exposés à des contraintes mécaniques particulièrement fortes.

Diagnostic clinique

Le diagnostic repose sur l'anamnèse et l'examen clinique (**tableau 1**). Il convient de corréler le diagnostic et les modalités thérapeutiques en lien avec les caractéristiques

^a Service de médecine physique et réhabilitation, CHUV, 1011 Lausanne, ^b Centre de médecine du sport, Swiss Olympic Medical Center, CHUV, 1011 Lausanne
adrien.schwitzguebel@gmail.com | guillaume.muff@chuv.ch
steven.okime@gmail.com | christos.karatzios@chuv.ch
mathieu.saubade@chuv.ch | vincent.gremeaux@chuv.ch

TABLEAU 1 Éléments diagnostiques

Anamnèse

- Mécanisme traumatique
- Activité (sportive) lors du traumatisme et son intensité
- Sensation de claquement ou déchirure
- Douleur intense, de type «coup de poignard»
- Apparition brutale d'une «boule» dans le muscle
- Sensation de raccourcissement
- Impotence fonctionnelle
- Comorbidités et antécédents
- Expérience et niveau sportif
- Charge d'entraînement

Examen clinique (bilatéral et comparatif)

- Inspection
 - Encoche, voussure
 - Hématome ou ecchymose
- Palpation
 - Contracture
 - Perte du ballant musculaire
 - Douleur provoquée
- Examen fonctionnel
 - Mesure des amplitudes articulaires et raideurs musculo-tendineuses
 - Douleur à l'étirement ou à la contraction
 - Testing musculaire spécifique passif et actif
- Examen neurologique local

Diagnostic différentiel (non exhaustif)

- Pathologie veineuse
- Arrachements apophysaires, pathologie de croissance (épiphysaire de type Osgood-Schlatter)
- Syndrome des loges
- Rupture tendineuse (tibia antérieur par exemple)
- Ostéosarcome ou rhabdomyosarcome

propres du patient (âge, comorbidités, antécédents, etc.) et sa pratique sportive (type de sport et gestuelle, niveau, expérience, etc.).

Critères de gravité

Plusieurs systèmes de classification ou gradation des lésions musculaires sont décrits, permettant de mieux structurer la prise en charge et d'évaluer le temps de rééducation approprié. La classification la plus ancienne, la plus simple et la plus couramment utilisée est celle de Jackson (1973) qui repose sur 3 grades de sévérité selon une évaluation clinique extrapolant le degré d'atteinte structurelle des fibres musculaires (**tableau 2**).¹² Elle permet notamment de sélectionner

TABLEAU 2 Classification des lésions musculaires selon Jackson

Grade	Atteinte musculaire	Clinique
Grade I (légère)	Faible quantité de fibres musculaires atteintes	Peu de douleurs et/ou de gonflement, pas de perte de force
Grade II (modérée)	Rupture musculaire étendue	Perte de contraction/force musculaire
Grade III (sévère)	Rupture musculaire complète	Perte complète de la force/fonction musculaire

les cas où un avis chirurgical est potentiellement indiqué (grades 2 et 3). Les recommandations internationales se réfèrent à la classification de Munich,¹³ qui est difficile à utiliser en clinique. Par ailleurs, elle intègre les «courbatures» ou «DOMS» (*delayed onset muscle soreness*) au grade 0, qui ne représentent pas d'altération structurelle et ne nécessitent pas de soins aigus spécifiques hormis une adaptation transitoire de l'entraînement.

Le traitement des lésions musculaires est influencé par la proportion de fibres musculaires touchées, ainsi que l'atteinte concomitante du tissu de soutien. L'examen de référence est l'échographie, qui a l'avantage d'être un examen dynamique, à faible coût, mais qui est opérateur-dépendant et de résolution limitée en cas de localisation profonde. Elle est généralement utilisée en cas de douleurs ou de perte de force persistant 5 jours ou plus (lésions de grade 2 ou 3 selon Jackson), afin de rechercher d'éventuelles complications ou facteurs de gravité (hématome musculaire). Si nécessaire, l'échographie peut être complétée par une IRM, notamment pour les ischio-jambiers, dont les lésions potentiellement profondes peuvent être difficiles à évaluer. L'imagerie peut donc aider à orienter la prise en charge et donner une idée du pronostic. La classification de Durey et Rodineau¹⁴ (**tableau 3**) couvre tous les stades lésionnels, du grade 0, représenté par la DOMS, au grade 4, soit déchirure complète. Brasseur¹⁵ a proposé une corrélation échographique à la classification de Durey et Rodineau, permettant ainsi d'optimiser la prise en charge clinique et d'affiner le pronostic. Les notions d'atteinte du squelette conjonctif du muscle et de lésion récidivant, importantes pour le pronostic, sont également reprises par certaines classifications.¹⁶

TABLEAU 3 Classification des lésions musculaires selon Durey et Rodineau et adaptation échographique selon Brasseur

Grade	Terme clinique couramment utilisé	Apparence histologique	Apparence échographique
Grade 0	«Courbature»	Atteinte réversible de la fibre musculaire. Pas d'atteinte du tissu conjonctif de soutien	Aspect hyperéchogène global de la loge musculaire
Grade 1	«Contracture»	Atteinte irréversible de la fibre musculaire. Pas d'atteinte du tissu conjonctif de soutien	Zones floues hyperéchogènes sans désorganisation des fascicules musculaires
Grade 2	«Elongation»	Atteinte irréversible d'un nombre réduit de fibres musculaires. Atteinte du tissu de soutien	Zones floues hyperéchogènes avec flammèches de désorganisation des fascicules musculaires
Grade 3	«Claquage»	Atteinte irréversible d'un nombre important de fibres musculaires. Atteinte du tissu de soutien + hématome	Collections liquidiennes au niveau des jonctions myotendineuses ou myoaponévrotiques
Grade 4	«Rupture»	Rupture partielle ou totale d'un muscle	Lésion myotendineuse ou myoaponévrotique complète avec rétraction

TABLEAU 4 Résumé de la prise en charge

N.B.: Les délais proposés ci-dessous sont fournis à titre indicatif et peuvent varier selon les cas ; DOMS: delayed onset muscle soreness.

Classification selon Jackson	Grade I (légère)		Grade II (modérée)		Grade III (sévère)
Classification selon Durey-Rodineau et Brasseur	Grade 0 (courbature ou DOMS)	Grade I (contracture)	Grade II (élongation)	Grade III (claquage)	Grade IV (rupture)
Imagerie	Pas nécessaire		Echographie ± IRM		
Prise en charge médicale aiguë et subaiguë	<ul style="list-style-type: none"> • Charge adaptée • Antalgie si nécessaire (paracétamol) • Cryothérapie locale 		<ul style="list-style-type: none"> • POLICE dans les 48 premières heures • Antalgie (paracétamol ± opiacés palier 2) • Avis spécialisé ± ponction hématome entre J2 et J10 		
Phase 1 rééducative 3 x/jour: • Stretching statique 3 x/jour • Douleur max. tolérée: 4/10	Pas nécessaire	48 h	48 h-J7	48 h-J14	48 h-J14
Phase 2 rééducative 7 jours/7: • Contractions isométriques d'intensité progressive • Douleur max. tolérée: 4/10	Pas nécessaire	J3	J7-J10	Semaine 2-4	Semaine 2-4
Phase 3 rééducative 3 jours/7: • Séries de 15 contractions excentriques et concentriques lentes d'intensité progressive • Réduire progressivement le nombre de répétitions	Pas nécessaire	J4	J10-J14	Semaine 5-6	Semaine 5-8
Phase 4 rééducative 3 jours/7: • Ajouter à la phase 3 des exercices explosifs et poursuivre l'augmentation des charges • Stretching, stabilisation et proprioception du tronc	Pas nécessaire	≥ 5 jours	≥ 2 semaines	≥ 6 semaines	≥ 8 semaines
Retour au sport: • Amplitudes articulaires et force comparable au côté controlatéral • Absence de douleurs en activité. Reprise de l'entraînement à intensité progressive, puis de la compétition	≥ 2 jours	≥ 5 jours	≥ 2 semaines	≥ 6 semaines	≥ 8 semaines

TRAITEMENT

Le traitement des lésions musculaires est encore basé sur des principes empiriques. A ce jour, il n'existe pas de consensus de prise en charge clairement établi. L'ensemble de la prise en charge de la phase aiguë, ainsi que les délais de reprise du sport (à titre indicatif) sont résumés dans le **tableau 4**.¹⁷

Prise en charge aiguë

Le traitement immédiat est basé sur l'algorithme «POLICE»¹⁸ (Protection, Optimal Loading, Ice, Compression, Elevation) (**tableau 5**), dont l'objectif est de limiter l'œdème et la formation d'hématome, deux freins à la cicatrisation de la lésion musculaire.¹⁹ En cas d'hématome musculaire, entre 48 heures et 10 jours après le traumatisme, l'échographie permet de rechercher une collection liquidienne compressible, qui, selon certains avis d'experts, devrait être ponctionnée dès que son volume atteint 5 cm³.²⁰ Suite à ce geste, il convient de comprimer le muscle, surveiller la survenue d'une éventuelle récurrence, et, le cas échéant, répéter la ponction.

L'indication à une réparation chirurgicale varie selon la localisation et la sévérité de la lésion, ainsi que le degré d'exigence sportive du patient. Pour les ruptures des muscles qui n'ont pas ou peu de muscles agonistes préservés, il convient de solliciter un avis chirurgical en cas de lésion complète du muscle ou englobant plus de 50% de sa section.¹ Par exemple, en cas de désinsertion proximale des ischio-jambiers, la

chirurgie est indiquée en cas de désinsertion des 3 groupes musculaires, ou de 2 sur 3 pour les sujets actifs. La réinsertion d'une lésion isolée d'un des 3 tendons est controversée chez les sportifs de haut niveau.¹⁶

Rééducation adaptée

Il n'existe pas de consensus sur les détails des modalités physiques de prise en charge dans les suites d'une lésion musculaire. La prise en charge en physiothérapie est fortement recommandée. L'objectif de la rééducation est double, visant la restauration de la fonction musculaire dans un délai le plus court possible et la diminution du risque de récurrence. Les données cliniques et histologiques actuelles sont en faveur d'une rééducation précoce.¹ Un essai clinique randomisé de référence a récemment montré que la récupération fonctionnelle après lésion musculaire avec hématome (donc de grade minimal 3 selon Durey-Rodineau-Brasseur) est plus rapide en cas de mobilisation précoce (48 heures post-traumatisme) comparé à une mobilisation retardée (9 jours après le traumatisme).²¹ Après la phase aiguë (48 premières heures), suit une phase de remodelage durant laquelle les thérapies physiques ont pour but d'optimiser la cicatrisation des fibres et du tissu conjonctif musculaires pour éviter une cicatrisation anarchique, source de douleurs séquellaires et de récurrences. La rééducation est habituellement séparée en 4 phases (**tableau 5**), qui peuvent s'enchaîner plus ou moins vite en fonction du grade lésionnel.²¹ La première, d'étirements statiques réguliers, sera rapidement suivie d'une phase de contractions isométriques. S'ensuit une troisième phase de

TABLEAU 5		Prise en charge «POLICE» dans les 48 premières heures
P	Protection	Mise au repos du membre lésé pour prévenir toute récédive (orthèses, cannes, écharpe, botte de marche, etc.). Limitation au maximum des douleurs
OL	Optimal Loading	Equilibrer repos et charge mécanique. Limiter au maximum la décharge complète et préférer une charge progressive selon douleur sur le membre atteint. Étirements statiques et contractions isométriques à débiter 48 h après le traumatisme ²¹
I	Ice	Cryothérapie locale précoce, 20-30 minutes toutes les 3 heures
C	Compression	Strapping circonférentiel, bas/bandes de contention
E	Elevation	Surélévation du membre lésé

contractions dynamiques, concentriques et excentriques avec augmentation progressive de la charge. Certains protocoles de rééducation utilisent des contractions musculaires précoces sur un mode excentrique lent, sous-maximal et sans douleur, grâce aux dynamomètres isocinétiques, sans que cette approche n'ait pu être validée. La dernière phase, dite fonctionnelle, comprend la poursuite des exercices de renforcement et d'étirement en incluant progressivement des exercices de course et de reprise spécifiques des mouvements sportifs.²² Par exemple, l'ajout au programme de rééducation de séances d'étirements spécifiques des ischio-jambiers plusieurs fois par jour semble diminuer le temps de retour au sport, sans influence démontrée sur le taux de récédive.²³⁻²⁵ A l'inverse, l'adjonction d'exercices axés sur la stabilisation et proprioception du tronc semble diminuer le risque de récédive, sans effet sur le temps de retour au sport.²⁶

Si les objectifs rééducatifs ne sont pas atteints malgré un traitement dans les règles de l'art, ou que le patient présente des symptômes persistants ou récidivants, il peut être adéquat de reconsidérer le diagnostic initial (lésion musculaire tumorale révélée par l'exercice), ou de suspecter une complication potentielle (myosite ossifiante, compression neurologique...).

Autres modalités thérapeutiques

En raison de leur effet potentiellement délétère sur la cicatrisation musculaire, les anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS),²⁷ en particulier les inhibiteurs sélectifs de la COX2,²⁸ ne devraient pas être utilisés, du moins durant plus de 48 heures. Leur supériorité par rapport au paracétamol n'a pas été démontrée, et ils provoquent plus d'effets secondaires.²⁹ Pour ces raisons, il est recommandé d'utiliser le paracétamol et la cryothérapie à visée antalgique et décongestionnante.

Même si, en phase subaiguë (> 48 heures), l'application de chaleur locale est couramment proposée (bouillote, bains chauds, air chaud pulsé), il n'existe pas d'évidences scientifiques claires en faveur de ce traitement,³⁰ ni pour les ultrasons thérapeutiques³¹⁻³³ ou le laser de faible intensité.³³ Tout comme pour les DOMS, l'utilisation de la cryothérapie corps entier n'a pas démontré son efficacité, que ce soit pour les DOMS³⁴ ou pour les lésions musculaires de plus haut grade.

L'utilisation de Kinesio Tape semble avoir un léger effet antalgique et influencer certains paramètres musculaires tels que le niveau de force développé, l'amplitude de mouvements ou le contrôle proprioceptif, sans pour autant accélérer le retour au sport.³⁵

D'autres thérapies à visée régénérative, comme l'oxygénothérapie hyperbare, l'injection intralésionnelle de plasma riche en plaquettes,³⁶⁻³⁸ ou d'extrait de sang de veau (Actovegin),³⁹ n'ont pas démontré d'efficacité suffisante pour être recommandées en pratique courante. L'utilisation de facteurs de croissance et de thérapies cellulaires est prometteuse, mais est encore à ce jour au stade de recherche préclinique.^{1,40,41}

Retour au sport

La décision de retour au sport après une lésion musculaire reste un challenge pour le praticien, qui l'oblige à prendre en compte des facteurs physiques, psychologiques, environnementaux et contextuels multiples.⁴² Les délais moyens les

FIG 1 Testing balistique des ischio-jambiers (Asking)

A. Le patient débute le test en décubitus dorsal le genou immobilisé en extension. B. Il effectue ensuite une flexion brusque de hanche à 90°. En l'absence de douleurs ou d'appréhension, le patient est autorisé à reprendre le sport de manière progressive.



mieux documentés concernent les ischio-jambiers et sont très variables, de quelques jours à plusieurs mois, selon la gravité. Pour les lésions de grades 2 et 3 selon Jackson, le délai a été rapporté à 22 ± 11 et 73 ± 60 jours respectivement.⁴³ Le délai pour les ruptures traitées chirurgicalement est en général de 6 à 9 mois.

Malgré la place croissante de l'imagerie dans le diagnostic et le suivi des lésions musculaires, les paramètres cliniques restent les meilleurs critères de jugement de la reprise du sport.⁴⁴ En l'absence de consensus, les critères les plus utilisés sont: absence de douleur à l'examen clinique et lors de certaines activités, restauration de la force et des amplitudes articulaires superposable au côté non lésé, ainsi que des tests fonctionnels ou de terrain (vitesse de sprint, tests de sauts, etc.). Par exemple, le test balistique d'Askling (figure 1) semble efficace pour détecter une faiblesse résiduelle des ischio-jambiers.⁴⁵ La restauration d'un niveau de force superposable au côté controlatéral, notamment excentrique, peut également guider la décision.⁴⁶ En 2017, Mendiguchia et coll. ont proposé un algorithme de prise en charge avec des critères objectifs cliniques puis fonctionnels pour le suivi du traitement des lésions des ischio-jambiers.⁴⁷ Il convient également de ne pas négliger les facteurs psychologiques qui influencent fortement le retour au sport et doivent être pris en compte. Ainsi, l'échelle d'évaluation IPRRS (Injury Psychological Readiness to Return to Sport scale) a été validée et peut aider le clinicien dans sa décision de retour au sport dans les suites d'une lésion musculaire.⁴⁸

CONCLUSION

Les lésions musculaires aiguës sont fréquentes chez les sportifs. Le diagnostic est principalement clinique et radiologique.

Le traitement et le pronostic dépendent de la localisation et du grade de sévérité de la lésion. La prise en charge immédiate puis durant 48 heures est décrite selon l'acronyme POLICE. Une rééducation adaptée est nécessaire par la suite, idéalement supervisée par un physiothérapeute. De plus, il convient de sélectionner avec prudence d'éventuelles mesures thérapeutiques adjuvantes, en l'absence de données probantes solides sur leur efficacité.

Conflit d'intérêts: Les auteurs n'ont déclaré aucun conflit d'intérêts en relation avec cet article.

IMPLICATIONS PRATIQUES

- Le diagnostic d'une lésion musculaire aiguë est basé principalement sur la clinique, voire sur une échographie ou une IRM selon la localisation et le grade de sévérité
- La gradation de la lésion selon la classification de Durey et Rodineau permet d'établir sa sévérité, afin de réaliser la prise en charge la plus adaptée et annoncer des délais théoriques de reprise
- Le traitement immédiat et durant 48 heures est décrit selon l'acronyme POLICE (Protection, Optimal Loading, Ice, Compression, Elevation)
- La première phase de rééducation doit être débutée dès 48 heures post-traumatisme; elle permet une restauration de la fonction musculaire et la diminution du risque de récurrence
- Les critères de décision de retour à la compétition restent cliniques, basés sur l'absence de douleur à l'examen et lors des activités sportives, ainsi que la normalisation des tests fonctionnels ou de terrain

1 * Järvinen TAH, Järvinen TLN, Kääriäinen M, et al. Muscle injuries: biology and treatment. *Am J Sports Med* 2005;33:745-64.

2 Beiner JM, Jokl P. Muscle contusion injuries: current treatment options. *J Am Acad Orthop Surg* 2001;9:227-37.

3 Garrett WE. Muscle strain injuries. *Am J Sports Med* 1996;24(6 Suppl.):S2-8.

4 Huard J, Li Y, Fu FH. Muscle injuries and repair: current trends in research. *J Bone Joint Surg Am* 2002;84-A:822-32.

5 Best TM, Hunter KD. Muscle injury and repair. *Phys Med Rehabil Clin N Am* 2000;11:251-66.

6 Alonso JM, Edouard P, Fischetto G, et al. Determination of future prevention strategies in elite track and field: analysis of Daegu 2011 IAAF Championships injuries and illnesses surveillance. *Br J Sports Med* 2012;46:505-14.

7 Feeley BT, Kennelly S, Barnes RP, et al. Epidemiology of National Football League training camp injuries from 1998 to 2007. *Am J Sports Med* 2008;36:1597-603.

8 Ekstrand J, Waldén M, Hägglund M. Hamstring injuries have increased by 4% annually in men's professional football, since 2001: a 13-year longitudinal analysis of the UEFA Elite Club injury study. *Br J Sports Med* 2016;50:731-7.

9 Edouard P, Branco P, Alonso JM.

Muscle injury is the principal injury type and hamstring muscle injury is the first injury diagnosis during top-level international athletics championships between 2007 and 2015. *Br J Sports Med* 2016;50:619-30.

10 Ekstrand J, Hägglund M, Waldén M. Injury incidence and injury patterns in professional football: the UEFA injury study. *Br J Sports Med* 2011;45:553-8.

11 Uebliacker P, Müller-Wohlfahrt HW, Ekstrand J. Epidemiological and clinical outcome comparison of indirect (strain) versus direct (contusion) anterior and posterior thigh muscle injuries in male elite football players: UEFA Elite League study of 2287 thigh injuries (2001-2013). *Br J Sports Med* 2015;49:1461-5.

12 Jackson DW, Feagin JA. Quadriceps contusions in young athletes. Relation of severity of injury to treatment and prognosis. *J Bone Joint Surg Am* 1973;55:95-105.

13 Mueller-Wohlfahrt HW, Haensel L, Mithoefer K, et al. Terminology and classification of muscle injuries in sport: a consensus statement. *Br J Sports Med* 2012;bjsports-2012-091448.

14 Rodineau J, Durey A. Le traitement médical des lésions musculaires. *JAMA Edition Fr (Actualités thérapeutiques):20-2.*

15 Brasseur JL, Zeitoun-Eiss D, Bach G, et al. Valeur pronostique de l'échographie dans les lésions musculaires post-traumatiques. In: *Actualités en échographie de l'appareil locomoteur (tome VIII)*.

16 Valle X, Alentorn-Geli E, Tol JL, et al. Muscle injuries in sports: a new evidence-informed and expert consensus-based classification with clinical application. *Sports Med Auckl NZ* 2017;47:1241-53.

17 Coudeuse JM, Bryand F. Conduite à tenir devant une lésion musculaire du sportif. *Sci Sports* 2010;3:168-72.

18 Bleakley CM, Glasgow P, MacAuley DC. PRICE needs updating, should we call the POLICE? *Br J Sports Med* 2012;46:220-1.

19 * Hurme T, Rantanen J, Kaliomo H. Effects of early cryotherapy in experimental skeletal muscle injury. *Scand J Med Sci Sports* 1993;3:46-51.

20 Carrillon Y, Cohen M. Imaging findings of muscle traumas in sports medicine. *J Radiol* 2007;88(1 Pt 2):129-42.

21 Bayer ML, Magnusson SP, Kjaer M, Tendon Research Group Bispebjerg. Early versus delayed rehabilitation after acute muscle injury. *N Engl J Med* 2017;377:1300-1.

22 ** Worrell TW. Factors associated with hamstring injuries. An approach to treatment and preventative measures. *Sports Med Auckl NZ* 1994;17:338-45.

23 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* 2013;47:953-9.

24 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* 2014;48:532-9.

25 Malliaropoulos N, Papalexandris S, Papalada A, Papacostas E. The role of stretching in rehabilitation of hamstring injuries: 80 athletes follow-up. *Med Sci Sports Exerc* 2004;36:756-9.

26 Sherry MA, Best TM. A comparison of 2 rehabilitation programs in the treatment of acute hamstring strains. *J Orthop Sports Phys Ther* 2004;34:116-25.

27 * Mackey AL, Mikkelsen UR, Magnusson SP, Kjaer M. Rehabilitation of muscle after injury – the role of anti-inflammatory drugs. *Scand J Med Sci Sports* 2012;22:e8-14.

28 Shen W, Li Y, Tang Y, Cummins J, Huard J. NS-398, a cyclooxygenase-2-specific inhibitor, delays skeletal muscle healing by decreasing regeneration and promoting fibrosis. *Am J Pathol* 2005;167:1105-17.

- 29 Paoloni JA, Milne C, Orchard J, Hamilton B. Non-steroidal anti-inflammatory drugs in sports medicine: guidelines for practical but sensible use. *Br J Sports Med* 2009;43:863-5.
- 30 Landry M. Brukner & Khan's Clinical Sports Medicine. *Physiother Can* 2014;66:109-10.
- 31 Rantanen J, Thorsson O, Wollmer P, et al. Effects of therapeutic ultrasound on the regeneration of skeletal myofibers after experimental muscle injury. *Am J Sports Med* 1999;27:54-9.
- 32 Wilkin LD, Merrick MA, Kirby TE, Devor ST. Influence of therapeutic ultrasound on skeletal muscle regeneration following blunt contusion. *Int J Sports Med* 2004;25:73-7.
- 33 Alves AN, Fernandes KPS, Deana AM, et al. Effects of low-level laser therapy on skeletal muscle repair: a systematic review. *Am J Phys Med Rehabil* 2014;93:1073-85.
- 34 Costello JT, Baker PR, Minett GM, et al. Cochrane review: whole-body cryotherapy (extreme cold air exposure) for preventing and treating muscle soreness after exercise in adults. *J Evid-Based Med* 2016;epub ahead of print.
- 35 Williams S, Whatman C, Hume PA, Sheerin K. Kinesio taping in treatment and prevention of sports injuries: a meta-analysis of the evidence for its effectiveness. *Sports Med Auckl NZ* 2012;42:153-64.
- 36 Reurink G, Goudswaard GJ, Moen MH, et al. Dutch Hamstring Injection Therapy (HIT) Study Investigators. Platelet-rich plasma injections in acute muscle injury. *N Engl J Med* 2014;370:2546-7.
- 37 Hamilton B, Tol JL, Almusa E, et al. Platelet-rich plasma does not enhance return to play in hamstring injuries: a randomised controlled trial. *Br J Sports Med* 2015;49:943-50.
- 38 A Hamid MS, Mohamed Ali MR, Yusof A, George J, Lee LPC. Platelet-rich plasma injections for the treatment of hamstring injuries: a randomized controlled trial. *Am J Sports Med* 2014;42:2410-8.
- 39 Brock J, Golding D, Smith PM, et al. Update on the role of Actovegin in musculoskeletal medicine: a review of the past 10 Years. *Clin J Sport Med Off J Can Acad Sport Med* 2018;epub ahead of print.
- 40 Zembroń-Lacny A, Krzywański J, Ostapiuk-Karolczuk J, Kasperska A. Cell and molecular mechanisms of regeneration and reorganization of skeletal muscles. *Ortop Traumatol Rehabil* 2012;14:1-11.
- 41 Holzer L, Zurcher G, Garavaglia T, et al. Nouvelles approches thérapeutiques des lésions musculaires: du problème clinique à la recherche. *Med Hyg* 2004;62:2450-7.
- 42 Ardern CL, Glasgow P, Schneiders A, et al. 2016 Consensus statement on return to sport from the First World Congress in Sports Physical Therapy, Bern. *Br J Sports Med* 2016;50:853-64.
- 43 Ekstrand J, Healy JC, Waldén M, et al. Hamstring muscle injuries in professional football: the correlation of MRI findings with return to play. *Br J Sports Med* 2012;46:112-7.
- 44 Moen MH, Reurink G, Weir A, et al. Predicting return to play after hamstring injuries. *Br J Sports Med* 2014;48:1358-63.
- 45 Askling CM, Nilsson J, Thorstensson A. A new hamstring test to complement the common clinical examination before return to sport after injury. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA* 2010;18:1798-803.
- 46 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* 2017;51:1583-91.
- 47 Mendiguchia J, Martinez-Ruiz E, Edouard P, et al. A multifactorial, criteria-based progressive algorithm for Hamstring injury treatment. *Med Sci Sports Exerc* 2017;49:1482-92.
- 48 Glazer DD. Development and preliminary validation of the Injury-Psychological Readiness to Return to Sport (I-PRRS) scale. *J Athl Train* 2009;44:185-9.

* à lire

** à lire absolument