



Lésions musculaires

Pr. Marie-Eve ISNER-HOROBETI | MD, PhD
Médecine Physique et de Réadaptation (MPR)

Chef du Pôle Universitaire de MPR

Coordinatrice Grand Est du DES de MPR | Co-responsable de la FST de Médecine du Sport |

Coordinatrice nationale de l'enseignement du 3ème cycle du DES de MPR

1. Institut Universitaire de Réadaptation Clemenceau (IURC)

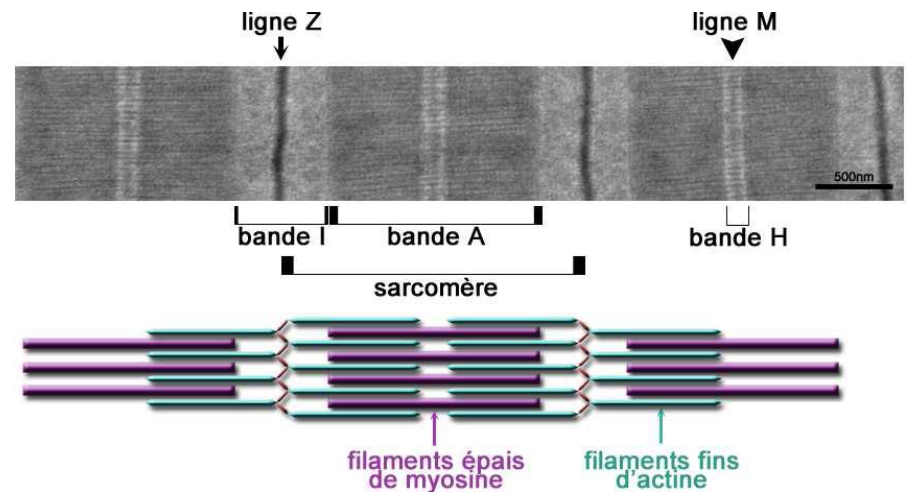
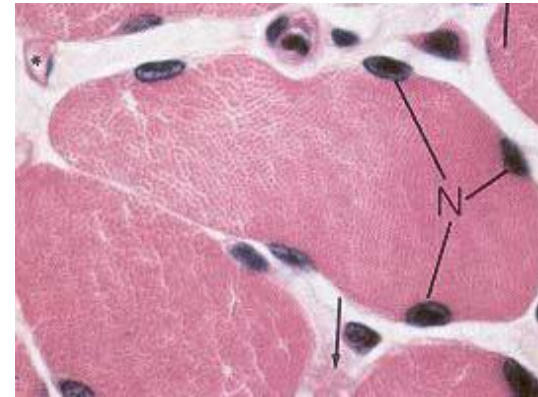
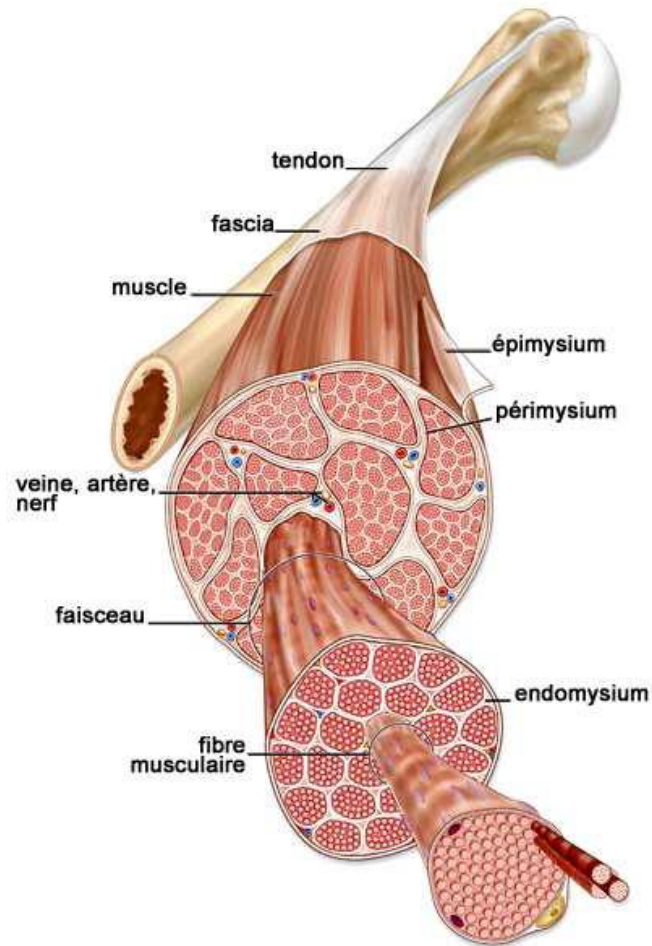
2. Hôpitaux Universitaires de Strasbourg | UF 4372

3. Faculté de Médecine, Maïeutique et Sciences de la Santé | Université de Strasbourg

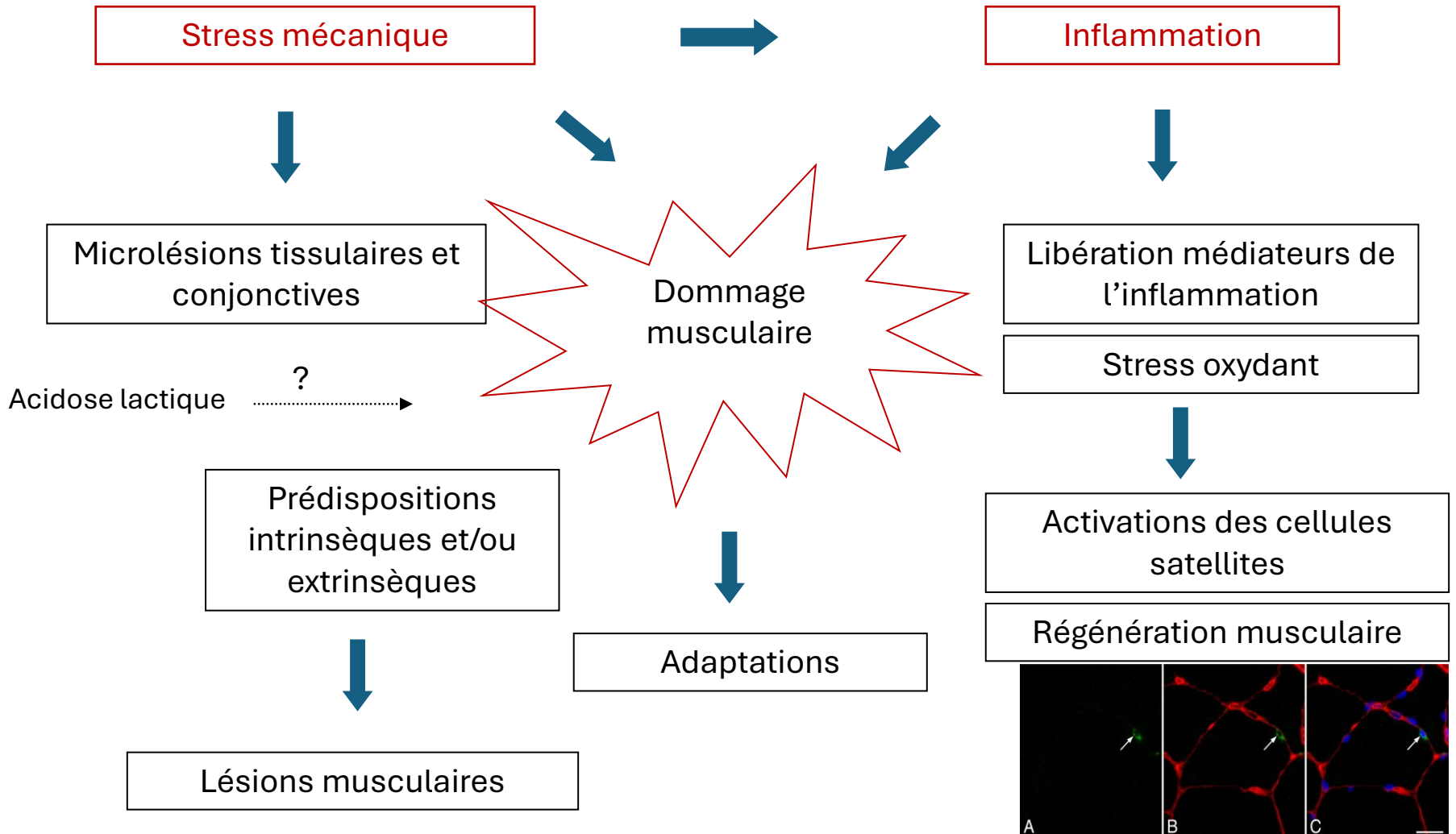
Unité de recherche 3072 : muscle, mitochondries et stress oxydant



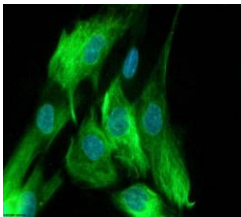
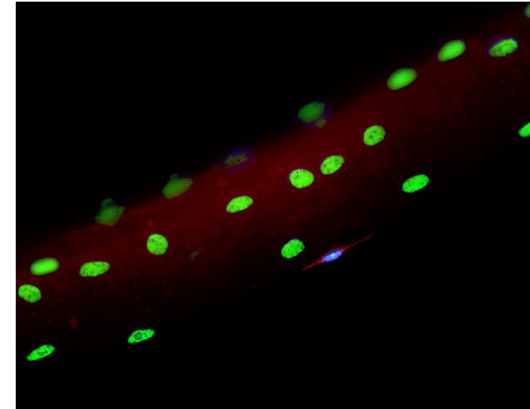
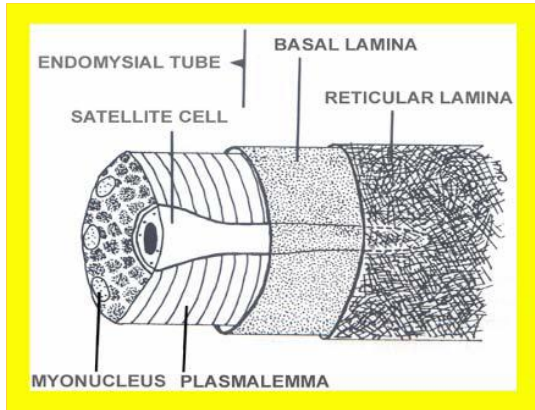
Introduction



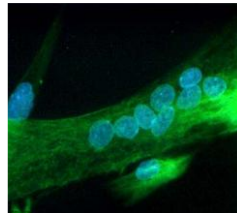
Lésions musculaires



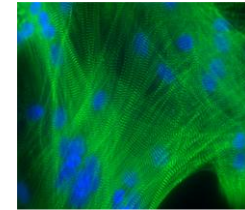
Régénération musculaire



Myoblastes, cellules mononucléées
3-5 jours



Myotubes cellules polynucléées
7 jours



Maturation
6 semaines

Lésion musculaire aiguë : séquence physiopathologique



Inflammation : J2-J3

Réparation musculaire : J3/4-J21/28



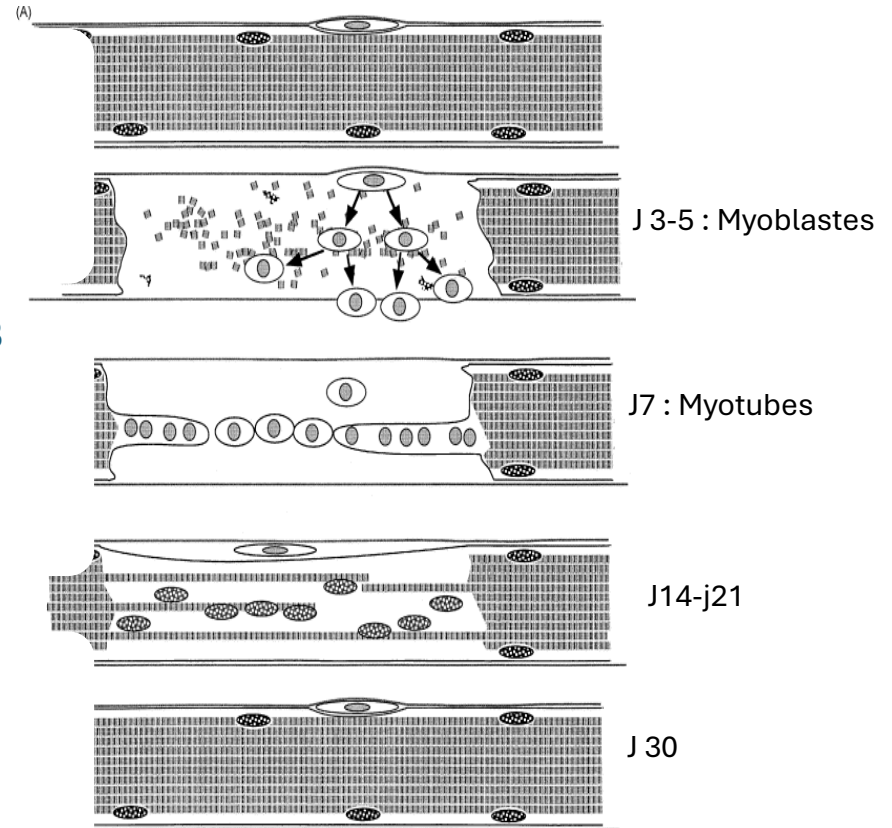
Myoblastes

Myotubes

Formation de tissu cicatriciel



Remodelage musculaire : J30



Facteurs nécessaires à la cicatrisation

Innervation

- Maturation de la fibre musculaire
- Différenciation entre fibre lente et fibre rapide
- Synthèse de myokines

Vascularisation

- Prolifération myoblastes et fibroblastes

Traction musculaire dirigée

- Meilleure orientation des fibres musculaires
- Augmente la cicatrisation conjonctive

Mobilisation précoce

- Activation processus inflammatoire
- Régénération musculaire précoce et rapide
- Meilleure orientation des fibres
- Cicatrisation conjonctive
- ↑ hématome initial

Immobilisation

- ↓ hématome initial
- ↑ nombre fibres lésées
- ↓ maturation du tissu cicatriciel
- Orientation anarchique des fibres
- Atrophie musculaire
- ↓ résistance à la traction

Classification



Classification clinique

1. Lésions intrinsèques

- Contraction active sur muscle en tension
- Sollicitation muscle > capacités fonctionnelles
- Contraction **contrariée** ou forcée, **excentrique**
- Etirement musculaire passif brutal
- Localisation : zones de faiblesse
 - **Jonction myo-aponévrotique, myo-tendineuse**

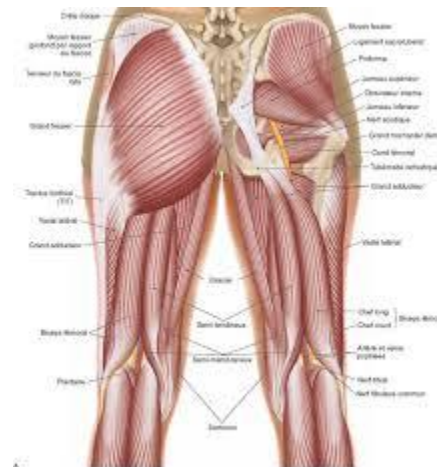


Nguyen T, Garcia L, Müller H. Muscle injury classifications: current concepts and future directions. *Int J Sports Ther.* 2023;12(1):45–52.

Classification clinique

Lésions intrinsèques : facteurs favorisants

- **Anatomiques**
 - **Muscles bi-articulaires**
 - Ischio-jambiers, droit fémoral, triceps sural
 - Déséquilibre couple agoniste/antagoniste
 - Variation longueur
 - Importante
 - Constitutionnel (raideur IJ)
- **Technologiques**
 - Entraînement, échauffement, matériel
 - Hygiéno-diététique, âge



Classification clinique

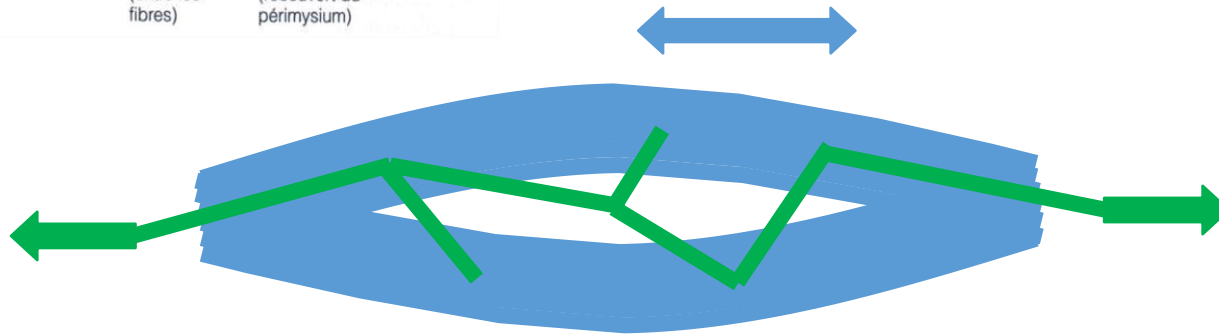
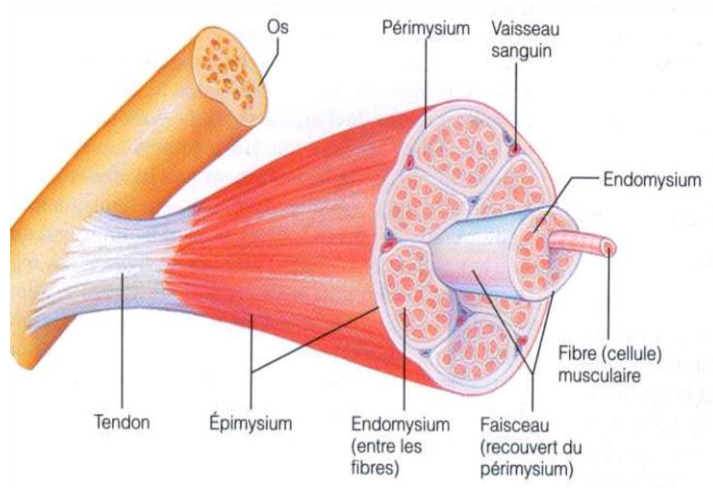
2. Lésions extrinsèques

- Choc externe, direct
 - Perpendiculaire tangentiel
 - Entre joueurs, chute au sol, choc contre objet dur
- Localisation
 - **Corps musculaire**
 - Quadriceps, triceps sural
- Tableau clinique
 - Contusion, hématome, hernie musculaire



Johnson M, Lee K, Patel R. Intrinsic vs. extrinsic muscle injuries: a systematic review and meta-analysis. *Sports Inj J.* 2022;38(2):85–94.

Classification anatomique



Organisation en squelette : tissu conjonctif+++.

Permet de concentrer et transférer l'ensemble des forces de contraction venant de chaque myocyte

Classification échographique :

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

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

Qu'attend le patient/sportif de ces classifications ?



Docteur ,
c'est grave ?



Qu'attend le patient/sportif des classifications ?

Pas Grave



Contracture, élongation

Grades 1-2

Grave



Claquage, déchirure

Grades 3-4

*Difficulté en urgence =
distinction « grosse élongation » (grade 2) et « petit claquage » (grade 3)*

Intérêt gravité / délai retour au sport

Grade	Terme clinique	Substratum histologique	Aspect échographique	
Grade 0	Courbature = DOMS	FM : Atteinte réversible TC : Sain	Hyperéchogène global de la loge musculaire	
Grade 1	Contracture	FM : Atteinte irréversible TC : Sain	Zones floues hyperéchogènes sans désorganisation des fascicules	Reprise sportive J4 - J 10
Grade 2	Elongation	FM : quantité restreinte Irréversible TC : Atteint	Zones floues hyperéchogènes avec flammèches de désorganisation	Reprise sportive J21
Grade 3	Claquage	FM : quantité importante Irréversible TC : Atteint + hématome	Collections liquidiennes sur jonctions myotendineuses ou musculo-aponévrotiques	Reprise sportive J45
Grade 4	Rupture	Rupture partielle ou totale d'un muscle	Lésion myotendineuse ou myoaponévrotique complète avec rétraction	Avis chirurgical Reprise sportive > J90

Diagnostic



Diagnostic : clinique++

- **Douleur**
 - Brutale ou progressive, diffuse, localise
- Antécédents : pseudo-claquages à répétition?
- Circonstances de survenue
 - Effort maximal ou modéré
 - Choc direct, étirement, contraction excentrique
 - Pendant ou après l'effort
- **Impotence fonctionnelle**
 - Poursuite possible de l'effort, arrêt immédiat?



Diagnostic : clinique++

- Inspection

- Encoche, coup de hache
- Tuméfaction, voussure
- Ecchymose, hématome



Diagnostic : clinique ++

- **Palpation**

- Douleur provoquée
- Contracture
- Perte du ballant

- **Etirements** : course interne, moyenne, externe

- **Tests isométriques**

- Course interne, moyenne, externe
- Degré de gravité : interne > externe dans les 3 courses

- **Examen neurologique et vasculaire**

- Diagnostic différentiel et complications++



Taking off shoes test (lésions IJ)

Diagnostic : clinique++

Grades	Douleur	Inspection	Palpation	Etirements	Tests isométriques
1-2	Modérée à intense Poursuite de l'effort possible	Normale	Douleur, contracture	Peu perturbés	Pas de déficit
3	Brutale, intense, claquement Arrêt de l'effort	Ecchymose retardée	Douleur vive, exquise, étendue, ballotement musculaire diminué	Douloureux dans les 3 courses	Douloureux dans les 3 courses
4	Douleur brutale avec claquement, permanente Arrêt immédiat de l'effort	Encoche majorée par la contraction, tuméfaction globuleuse	Dépression nette très douloureuse , empatement, ballotement aboli	Douloureux dans les 3 courses	Contractions isométriques: douloureuses et déficitaires

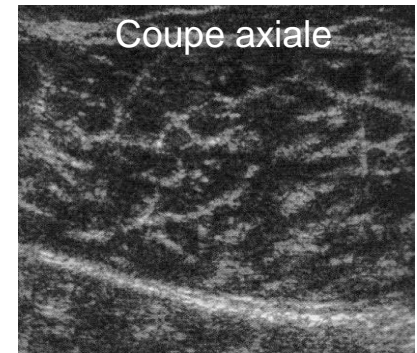
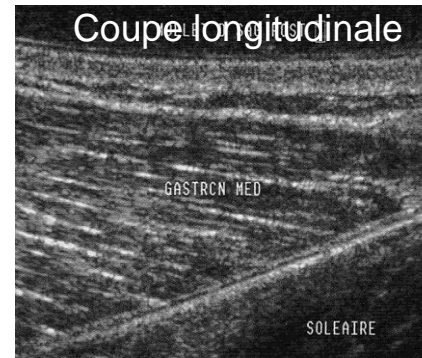
Examens complémentaires



Echographie



- **Gold standard**
 - **Diagnostic** positif, différentiel, topographique des lésions
 - Recherche de **complications** immédiates
 - Guidage d'une éventuelle **ponction écho guidée** à visée thérapeutique

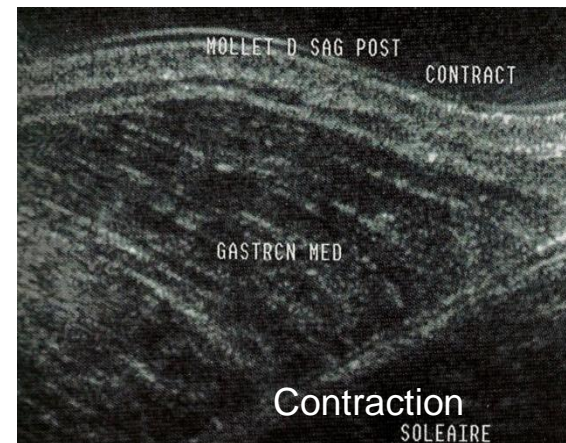
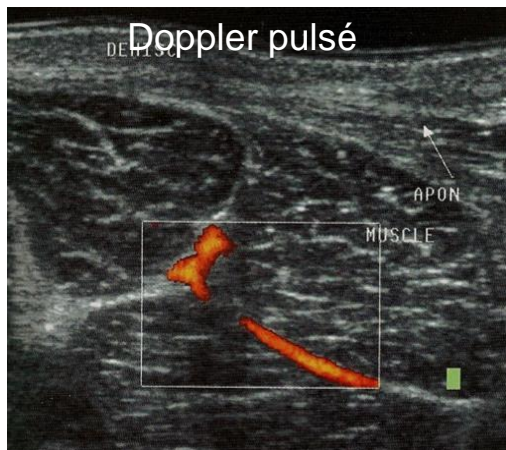


- **Quand ?**
 - Stade début (12 /24h)
 - 1 semaine (collection)
 - 3ème semaine (lyse d'un caillot)

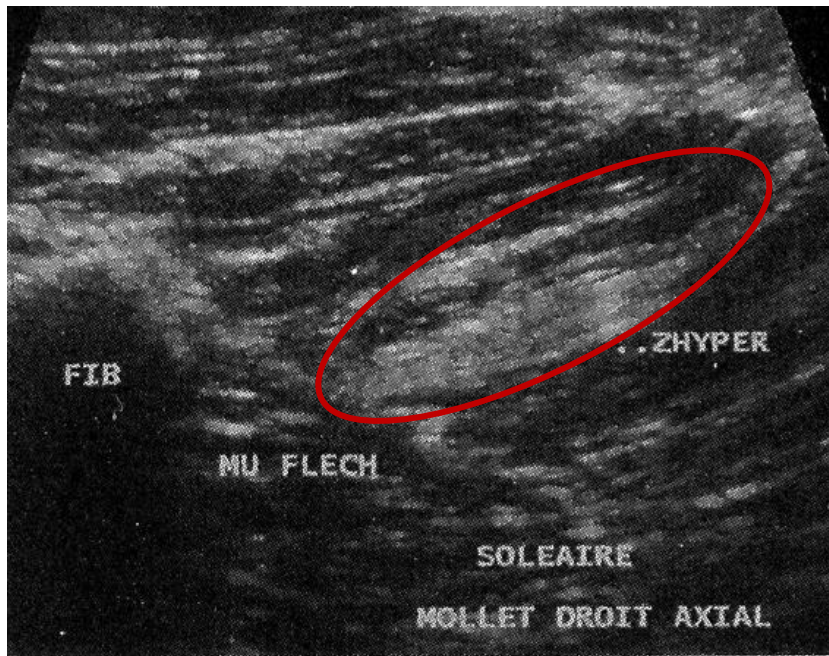


Echographie

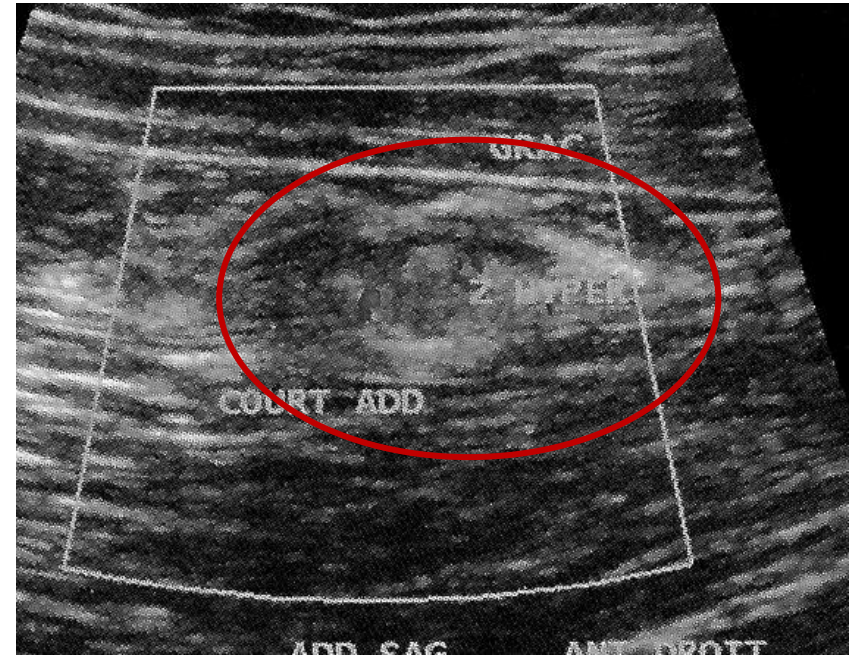
- Palper écho-scopique
 - Corrélation douleur/lésion
 - Affirmer le caractère liquidien d'un hématome et d'en guider la ponction
- Étude dynamique++
 - Contraction musculaire, comparatif (améliorant la sensibilité)
- Diagnostic différentiel/complications
 - Thrombose veineuse profonde



Echographie : aspects pathologiques

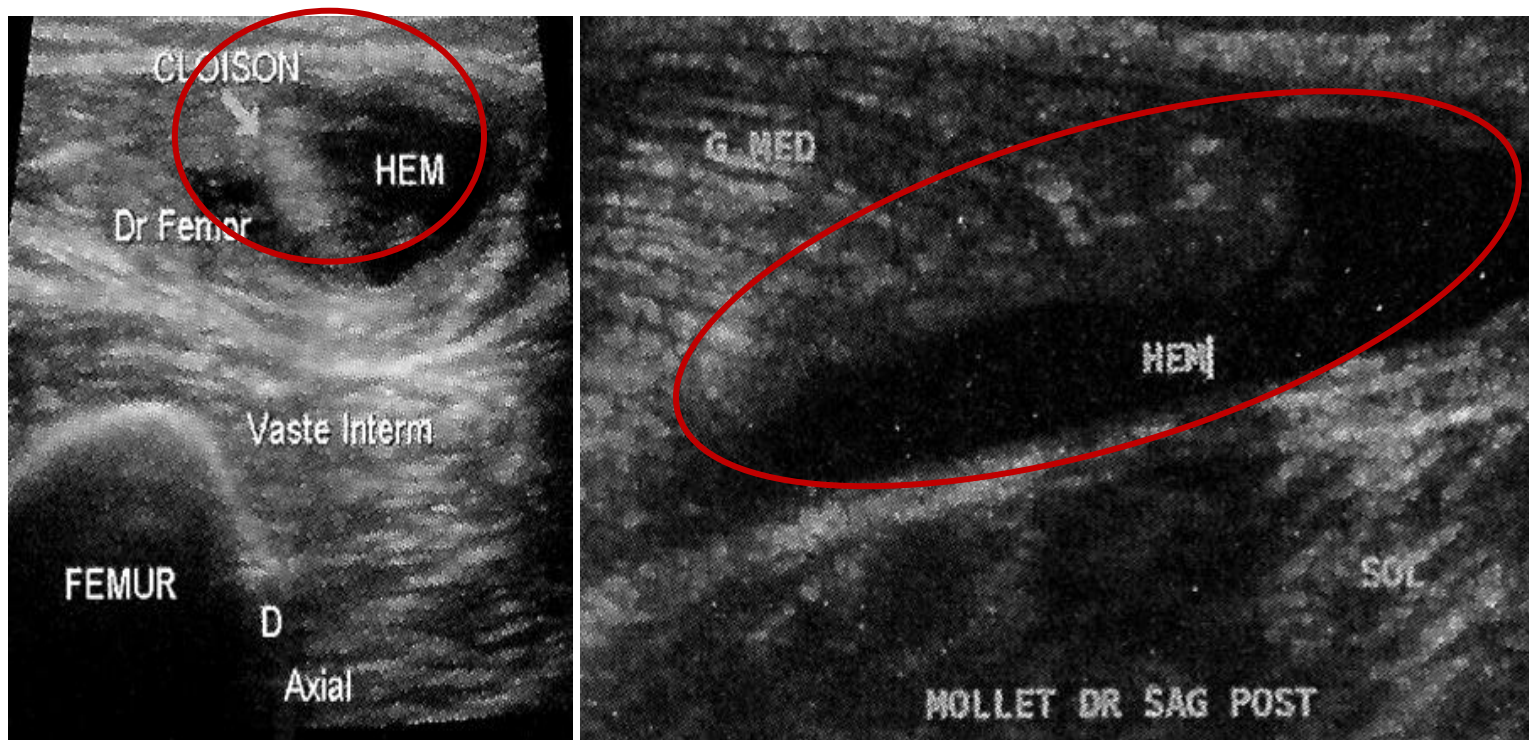


Grade 1 : nuage hyperéchogène intramusculaire sans désorganisation



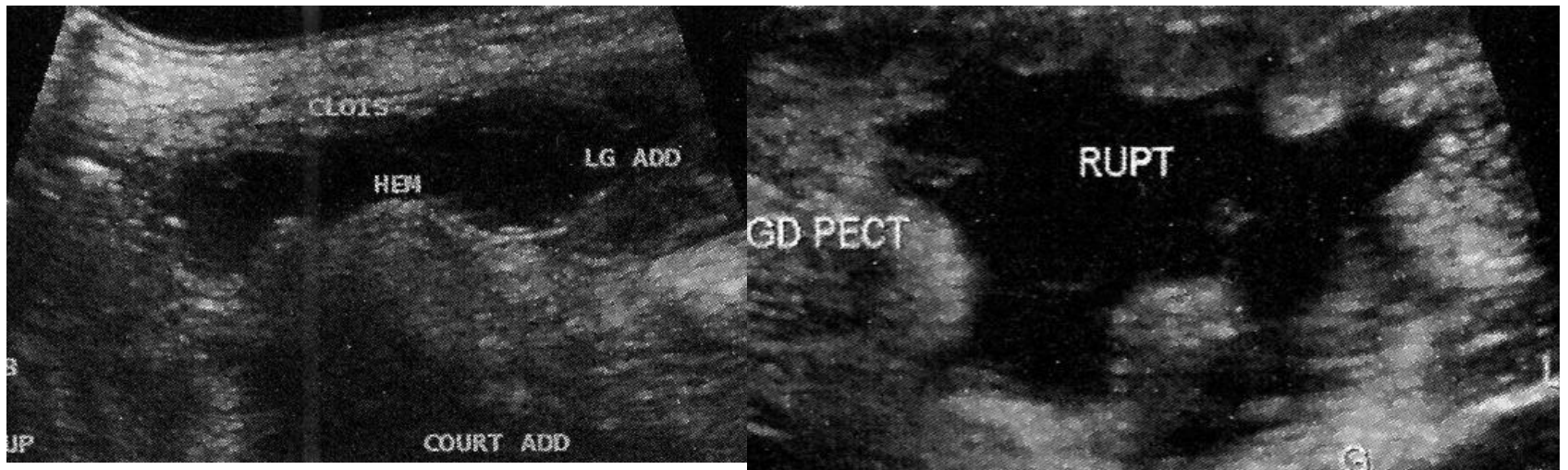
Grade 2 : hyperéchogène à contours flous. Désorganisation fasciculaire

Echographie : aspects pathologiques



Grade 3 : décollement focal avec hématome

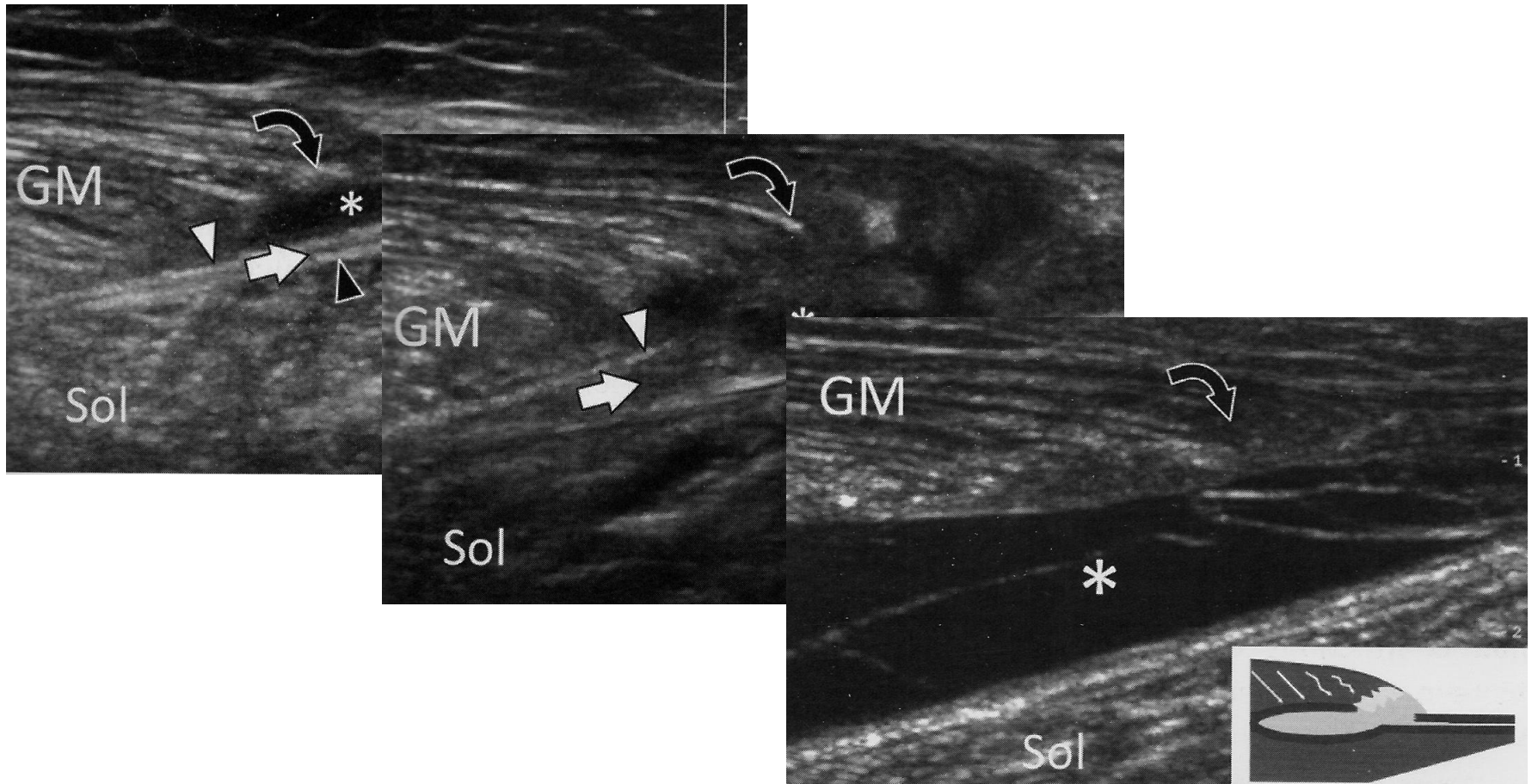
Echographie : aspects pathologiques



Grade 4 : désinsertion ou rupture d'un faisceau avec rétraction

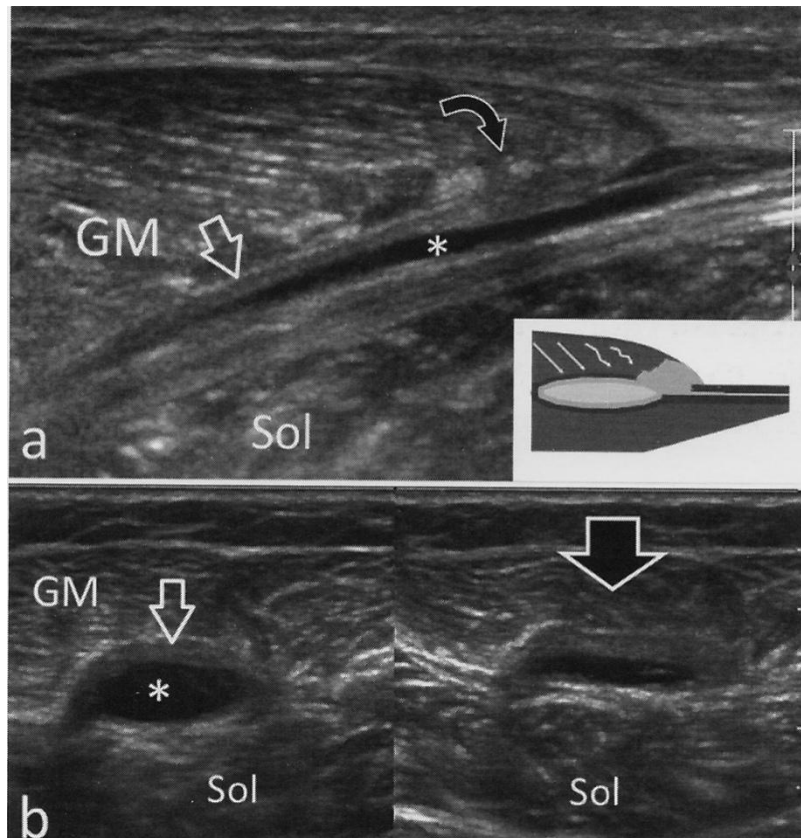
Echographie : formes topographiques

Muscles de la jambe : tennis leg. Échographie +++

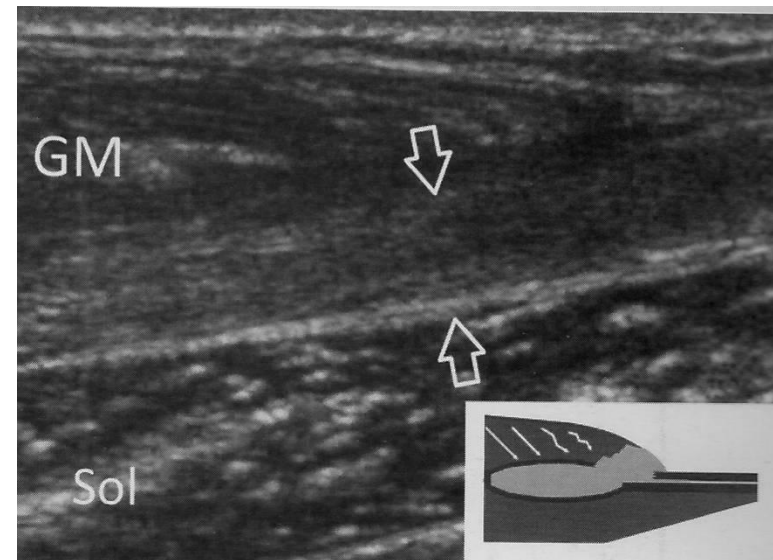


Echographie : formes topographiques

Tennis leg : évolution



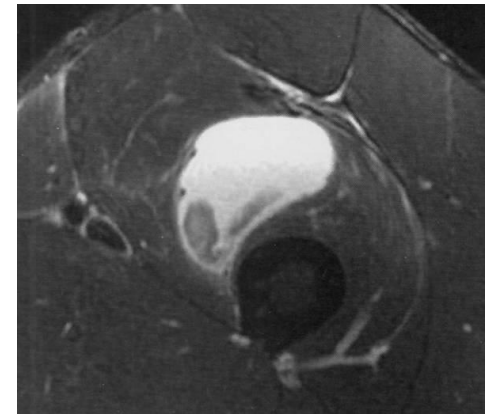
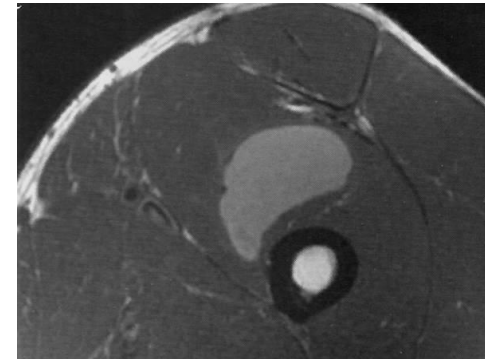
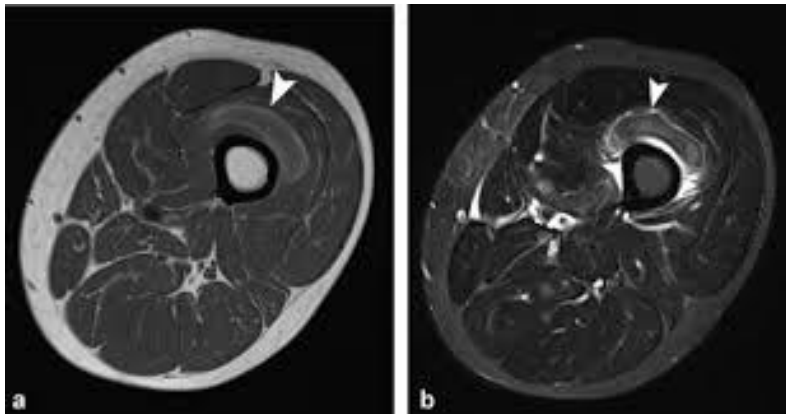
Organisation cicatricielle périphérique



Hématome organisé

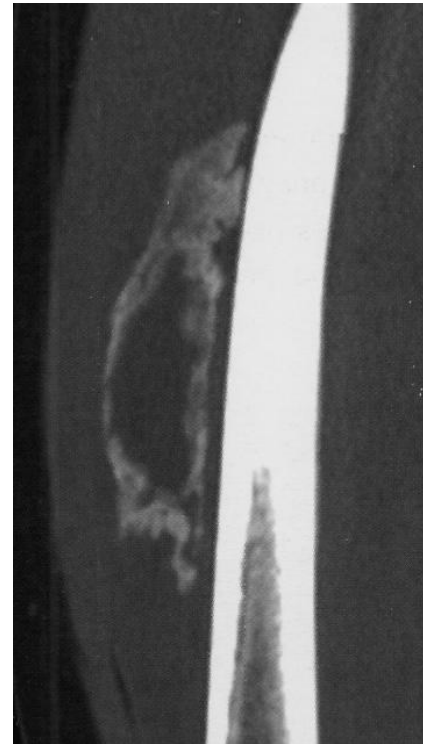
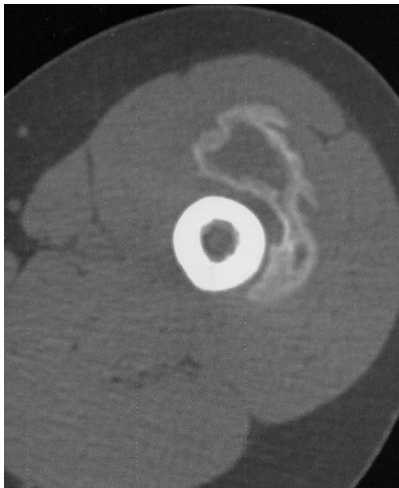
IRM musculaire

- Aspect cartographique
- Parfaitement reproductible
- **Sensibilité en contraste +++** : œdème ou saignement grâce aux séquences avec saturation de la graisse
- Coût, accessibilité



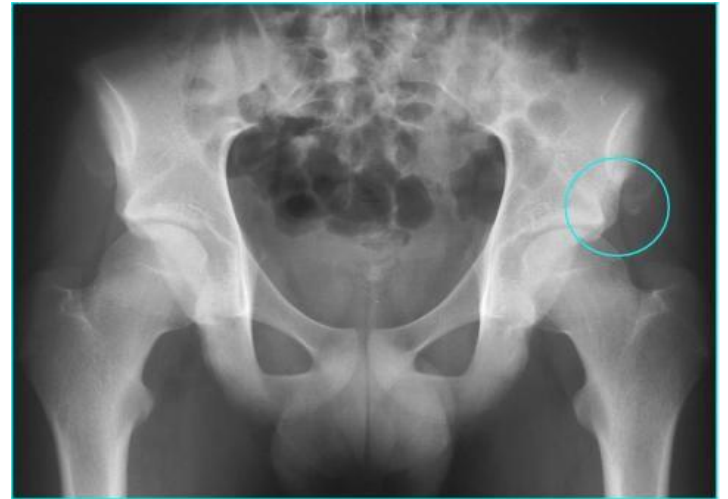
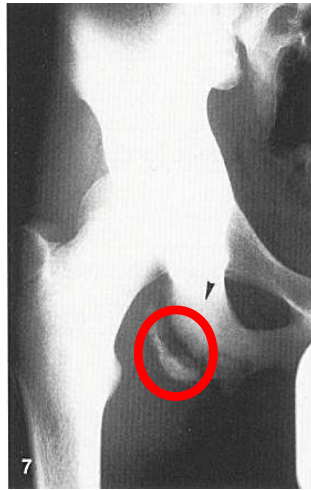
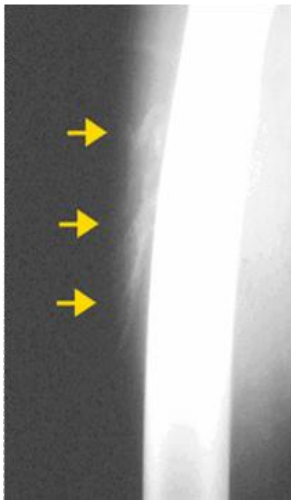
Scanner

- **Aucun intérêt en phase aiguë**
 - Faible résolution en contraste ne permettant pas d'étudier le muscle de façon fiable
 - Parfois utile en phase séquellaire
 - Ossifications+



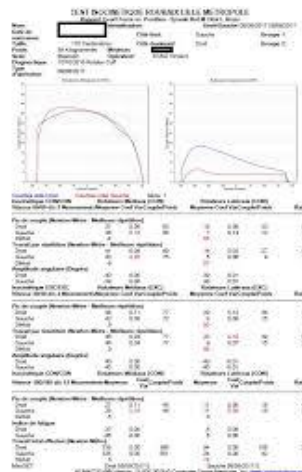
Radiographies standards

- Indications **limitées**
- Recherche d'un **arrachement apophysaire** chez l'adolescent
- Recherche de lésion osseuse ou articulaire en cas de traumatisme violent



Isocinétisme

- Evaluation **déficit force musculaire**
 - Vitesse rapide, lente
 - Endurance, résistance
 - Déséquilibre agonistes /antagonistes
- Bilan avant et après
 - Rééducation
 - Chirurgie



Prise en charge



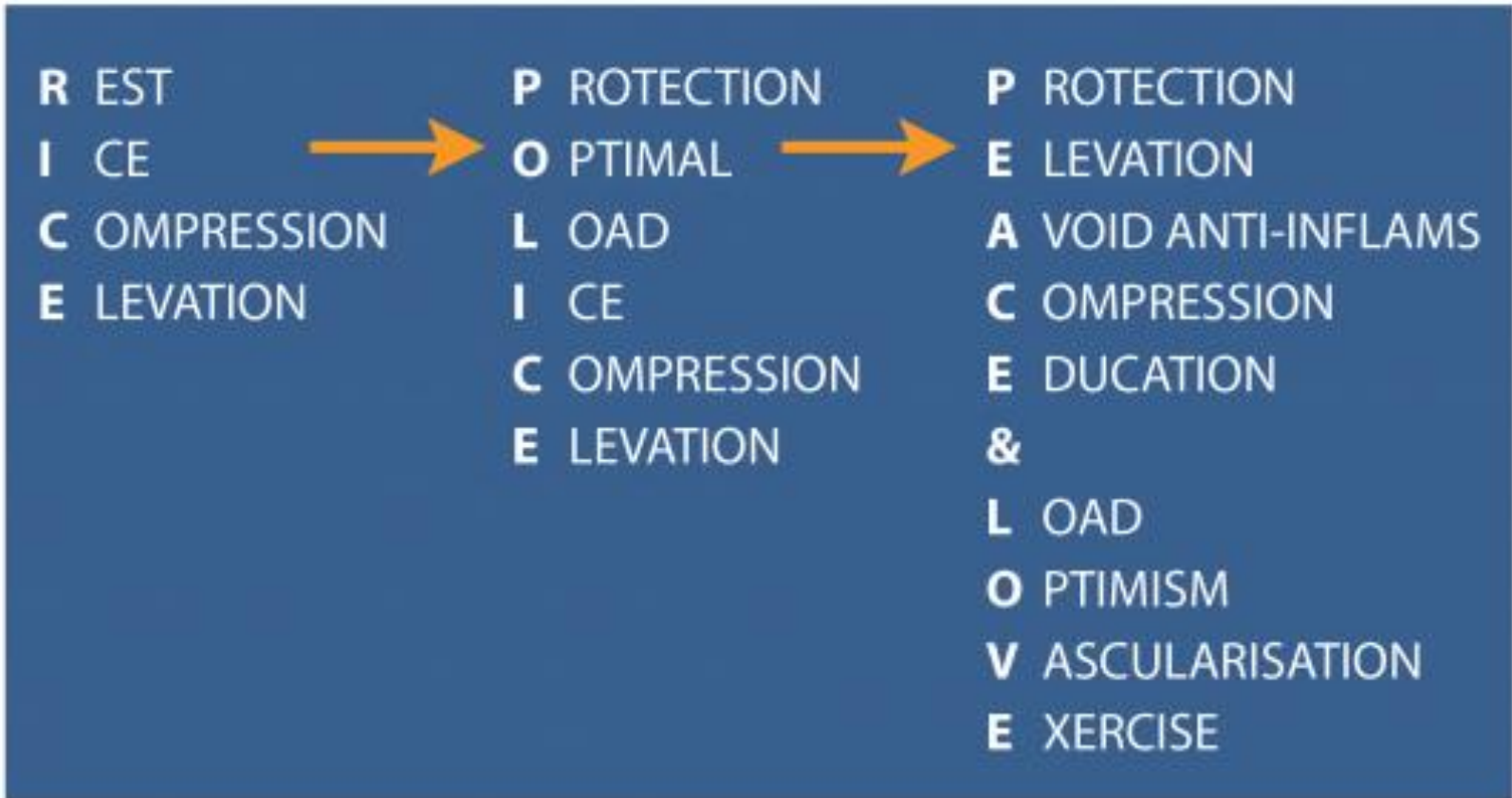
Objectifs

1. Obtenir une **cicatrisation** de qualité
2. Eviter la **chronicité**
3. Diminuer le risque de **récidive**



Prise en charge en aigu

ÉVOLUTION DES ACRONYMES DE PRISE EN CHARGE DES BLESSURES AIGÜES



Principes de prise en charge



Phase 1 : inflammatoire



Phase 2 : réparation



Phase 3 : remodelage



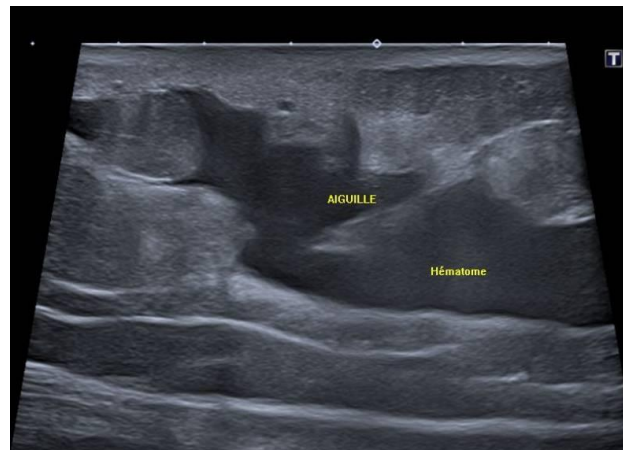
Prévention : meilleur traitement

Prise en charge en aigu : phase inflammatoire

- Antalgiques I, II
- AINS illogiques au début
 - ↑hématome, ↓ processus réparation en inhibant inflammation
 - Pas d'efficacité supérieure au paracétamol démontrée
 - Effets secondaires > paracétamol

Ackey 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

- Gestion de l'hématome



Echographie J2 à J10 → ponctionné volume > 5 cm³



Prise en charge en aigu

- Cryothérapie?(locale, corps entier)
 - Pas de contre-indication mais attention mauvaise utilisation
 - ↓ inflammation initiale
 - ↓ processus de réparation
- Cryothérapie (corps entier) :
 - peu d'impact sur la récupération de la force musculaire ou le contrôle neuromusculaire
 - preuve insuffisante pour recommandation clinique forte.
 - progressive, charge adaptée, compression si besoin

Cochrane Database of Systematic reviews | Review - Intervention

Free access

Whole-body cryotherapy (extreme cold air exposure) for preventing and treating muscle soreness after exercise in adults

✉ Joseph T Costello, Philip RA Baker, Geoffrey M Minett, Francois Bieuzen, Ian B Stewart, Chris Bleakley

Authors' declarations of interest

Version published: 18 September 2015 Version history

<https://doi.org/10.1002/14651858.CD010789.pub2>

Chen R, et al. The effects of hydrotherapy and cryotherapy on recovery from exercise-induced muscle damage: systematic review and network meta-analysis. 2024.

Prise en charge en aigu (J0-J3)



• Cryothérapie ?

- En cas de lésion musculaire **aiguë**, la cryothérapie est indiquée pour :
 - Réduire la douleur (effet analgésique via diminution de la conduction nerveuse)
 - Limiter l'œdème et l'hémorragie secondaire (vasoconstriction locale)
 - Ralentir le métabolisme cellulaire pour préserver les tissus environnants

Paramètre

Durée d'application

Fréquence

Température

Protection cutanée

Éviter



SFMES
SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE MÉDECINE
DE L'EXERCICE ET DU SPORT

Recommandation

10 à 20 minutes par session

Toutes les 2 à 3 heures les 48 premières heures

Environ 0 à 15°C selon la méthode

Ne jamais appliquer la glace directement sur la peau nue (risque de brûlure)

Cryothérapie prolongée ou profonde dans les cas de troubles circulatoires, neuropathies, ou hypersensibilité au froid

Que faire dans les 48 premières heures ?

Confirmer le diagnostic clinique : mécanisme, douleur brutale, impotence, ecchymose/hématome, perte de force, déficit fonctionnel ; rechercher signes de gravité ou désinsertion complète.

Protection et compression précoce : arrêt de l'activité, mise en décharge relative selon douleur, compression adaptée, élévation si œdème.

Cryothérapie locale courte si douleur : 10-15 min, peau protégée, répétable plusieurs fois le premier jour selon symptômes, en évitant l'anesthésie profonde et le retour immédiat au jeu.

Antalgie : paracétamol si nécessaire ; prudence avec AINS dans les premières 48-72 h en cas de lésion musculaire importante/hématome, selon contexte clinique.

Pas de massage profond, pas d'étirements agressifs, **pas de chaleur initiale** sur hématome actif.

Réévaluation précoce : si douleur majeure, déficit net, suspicion de désinsertion, hématome important ou sportif de haut niveau, imagerie échographique/IRM selon disponibilité et enjeu.

Prise en charge en aigu



- A court terme : **PEACE**
 - **P**rotect : éviter le stress mécanique excessif
 - **E**levate : surélever le membre
 - **A**void Anti-inflammatoires : éviter AINS en phase initiale
 - **C**ompress : bandage compressif
 - **E**ducate : expliquer l'évolution attendue
- Selon le grade et l'évolution : **LOVE**
 - **L**oad : reprise progressive du mouvement
 - **O**ptimism : rôle du mental et de la confiance
 - **V**ascularisation : activité douce pour stimuler la circulation
 - **E**xercise : rééducation active dès que possible

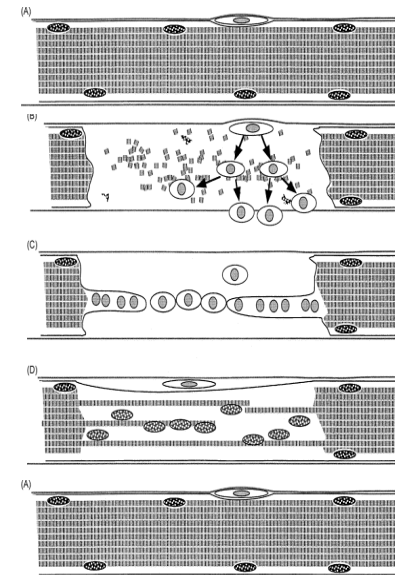
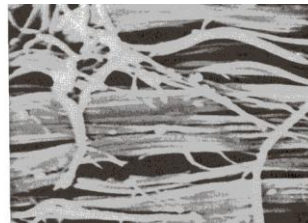
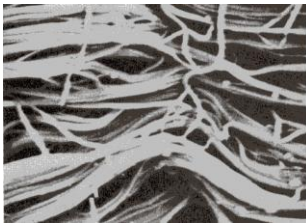


Phase de réparation : J3-J14

• Intérêt Mobilisation

Phase de réparation J3 – J14 phase proliférative

- Activation des cellules satellites de réserve myogéniques
- prolifération des myoblastes
- Alignement myoblastes en myotube
- Synthèse du tissu cicatriciel
 - collagène type III (réticulé)
 - collagène type I (fibrillaire plus épais)
- Capillaires



J 3-5 :
Myoblastes

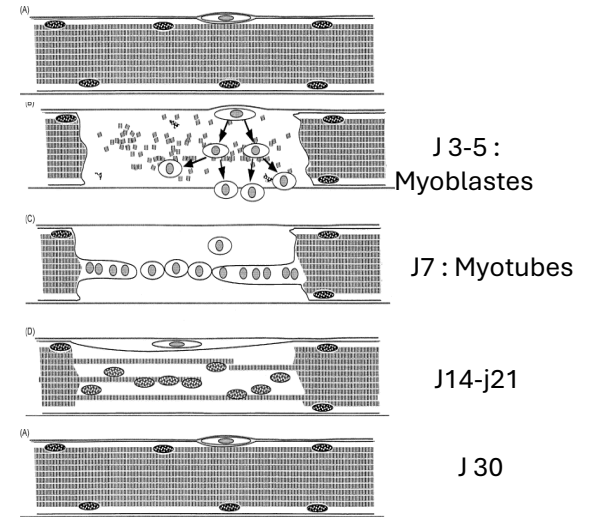
J7 : Myotubes

J14-j21

J 30

Phase de réparation : J14-J21

- Poursuite de la mobilisation articulaire
 - rachis, hanche, pied, cheville
- Equilibre, stabilisation du tronc, gainage
 - accent contrôle neuromusculaire
 - plans transversal & frontal
 - transition progressive plan sagittal
- Renforcement musculaire
 - concentrique progressif
 - mi-longueur du muscle
 - RM excentrique sous-maximal



Phase de remodelage après J21/J45

- Renforcement musculaire
 - Progression excentrique++++
- Exercices de stabilisation tronc
- Travail haute vitesse
- Pliométrie
- Spécificité gestuelle
- Prévention des déficits neuromusculaires
- Préparation à la reprise sportive : mouvements plus intenses et spécifiques au sport



Rivière M et al. Effects of the Nordic Hamstring Exercise on performance and injury prevention: A systematic review and meta-analysis. *Scand J Med Sci Sports*. 2024;34(1):4–26.

van Dyk N et al. Hamstring and lower limb injury prevention using eccentric exercises: A meta-analysis of 23 RCTs. *Br J Sports Med*. 2023;57(6):349–55

Isner-Horobeti et al. Eccentric exercise training : modalities, applications and perspectives. *Sports Med* 2013.

Phase de remodelage après J30



Protocole Excentrique : (38)
Renforcement en étirements

Délai de reprise significativement plus court joueurs protocole E en moyenne 28 jours (1SD±15, intervalle 8-58 jours), vs ceux du protocole C en moyenne 51 jours (1SD±21, intervalle 12-94 jours).



Protocole Concentrique : (37)
Protocole classique

Acute hamstring injuries in Swedish elite football:
a prospective randomised controlled clinical trial
comparing two rehabilitation protocols

What are the new findings?

- ▶ A rehabilitation protocol consisting of mainly lengthening type of exercises is more effective than a conventional protocol in promoting return to elite football after different types of acute hamstring injuries.

Retour au sport

- Progression
 - marche rapide
 - footing
 - accélérations
 - changements de direction
 - sprint
 - gestes spécifiques sport
 - le sprint maximal est introduit tardivement car c'est le principal mécanisme lésionnel.



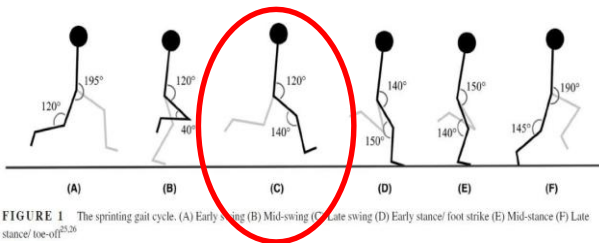
Critères de reprise

- **Aucun critère ou test n'est valide à lui seul**, clinique+++ , grade lésionnel
 - Douleur minimale en fin de course, idéalement quand indolore
 - Force proche du côté controlatérale en isocinétisme,
 - ratio blessé/sain > 90%
 - Validation étapes du réentraînement individuel : tolérance sprints et changements de direction
 - Critères échographiques, IRM...?

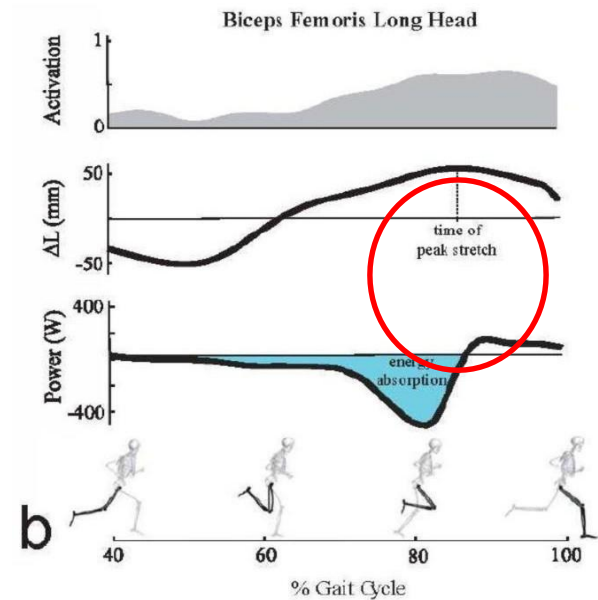
	Phase aiguë	Phase de réparation	Phase de remodelage	Reprise de l'entraînement
Grade 2	J2-J3	J4 à J7	J8 à J13	J14 à J21
Grade 3	J3 à J7	J8 à J15-21	J15-21 à J30	J 45
Grade 4	J7 à J10	J11 à J30	Sem 4 à Sem 6	J 90

Traitement préventif : éviter la récurrence

- Comprendre le mécanisme de la blessure → clef de la prise en charge



Excentrique : running time



Fin de phase aérienne lors d'un sprint :

F hanche/ Ext genou → Etirés (course externe) + Freinage / décélération soumis à une charge
→ contraction excentrique → source de contrainte importante

Traitement préventif : éviter la récurrence

- Exercices excentriques :
 - Travail excentrique uniquement (phase de descente contrôlée)
 - La phase concentrique (remontée) est assistée
 - Exercices réalisés lentement
 - Douleur tolérée mais contrôlée



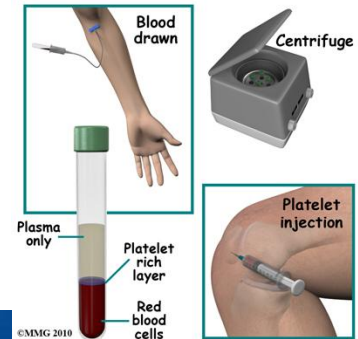
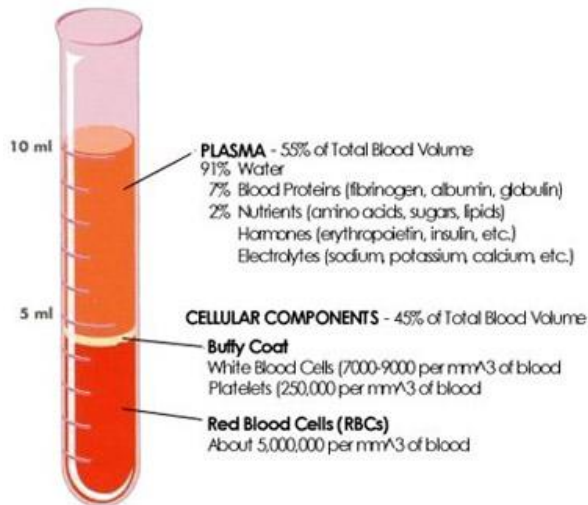
Heel drop



Nordic Hamstring Curl

Autres thérapeutiques discutées et discutables

- PRP : données hétérogènes et faible niveau de preuve.



54^{ème} Entretiens de Médecine Physique et de Réadaptation
 Montpellier - Nîmes
 18, 19, 20 mars 2026
 au Forum de Montpellier

Salle JOFFRE 1

Rencontre des professionnels de la Réadaptation

COLLOQUE Jeudi 19 mars 2026

MÉDECINE RÉGÉNÉRATIVE ET THÉRAPIE CELLULAIRE

Coordonné par : Yves-Marie PERS (Montpellier), Jean-François KAUX (Liège),
 Fabrice MICHEL (Besançon), Arnaud DUPEYRON (Nîmes),
 François FEUVRIER (Saint-Clément-de-Rivière)

Session PRP

14h00 – 14h20 **Intérêt d'une standardisation et « qualification/description précise » du PRP utilisé**
 Jean-François KAUX (Liège)

14h20 – 14h40 **Recommandations pratiques : PRP dans la gonarthrose et sur les contre-indications du PRP**
 Florent EYMARD (Créteil)

14h40 – 15h00 **Traitement des tendinopathies par PRP : recommandations pratiques**
 Jean-François KAUX (Liège)

15h00 – 15h25 **Ligaments, muscles et PRP : aspects pratiques**
 Fabrice MICHEL (Besançon)

15h25 – 15h45 **Recommandations post-procédure (dont la rééducation) après PRP Intra-tendineux**
 Vincent GREMEAUX (Lausanne)

Autres thérapeutiques non validées

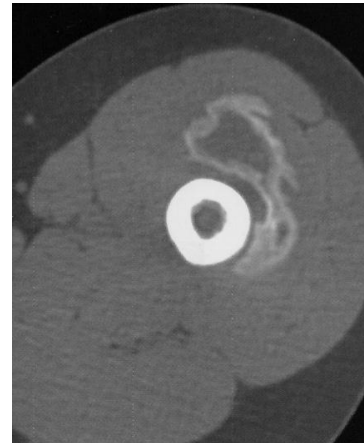
- Acide hyaluronique : données limitées et non validées
- Collagène/gélatine et vitamine C
 - Etudes sur les tendons, ligaments, cartilage,
 - Aucune étude sur le muscle

Shaw G et al. Vitamin C-enriched gelatin supplementation before intermittent activity augments collagen synthesis. AJCN. 2017.

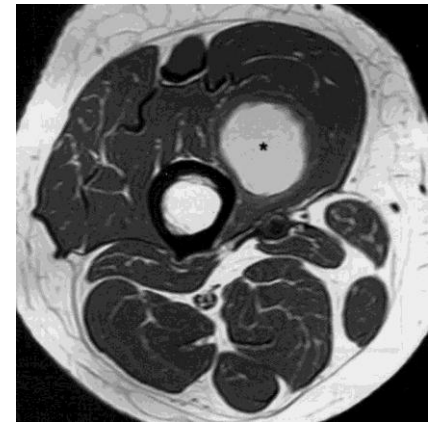
- Créatine
 - Absence d'essais robustes sur lésions musculaires sportives aiguës
 - Pas de recommandation forte dans les consensus récents
 - Bénéfice probablement adjuvant et non spécifique.

Autres thérapeutiques : chirurgie

- Accidents **aigus**
 - Désinsertions complètes
 - Ruptures totales ou subtotaux
 - Hématomes n'ayant pas répondu au traitement médical
- Lésions **chroniques**, séquelles
 - Hématome ossifiants
 - Pseudokystes



Calcifications ou ossifications intramusculaires



Hématome calcifié



Take home messages

- Bilan clinique++
- Organisation en squelette conjonctif
- Echographie
- Classification
 - Délai de reprise, orientation prise en charge
- Rééducation
 - Indispensable, précoce, adaptée au bilan, réévaluée++
- Eviter la récidence
 - Excentrique



Lésions musculaires

Pr. Marie-Eve ISNER-HOROBETI | MD, PhD
Médecine Physique et de Réadaptation (MPR)

Chef du Pôle Universitaire de MPR

Coordinatrice Grand Est du DES de MPR | Co-responsable de la FST de Médecine du Sport |

Coordinatrice nationale de l'enseignement du 3ème cycle du DES de MPR

1. Institut Universitaire de Réadaptation Clemenceau (IURC)

2. Hôpitaux Universitaires de Strasbourg | UF 4372

3. Faculté de Médecine, Maïeutique et Sciences de la Santé | Université de Strasbourg

Unité de recherche 3072 : muscle, mitochondries et stress oxydant

