



# Accidents musculaires

**Pr Marie-Eve ISNER-HOROBETI**

**Pôle de Médecine Physique et de Réadaptation**

**1. Institut Universitaire de Réadaptation Strasbourg**

**2. Hôpitaux Universitaires de Strasbourg**

**Groupe de rédaction HAS : APS et appareil locomoteur**

**Membre du comité médicosportsanté du CNOSF**

**Dr Marie-Martine Lefevre- Colau, Cochin**



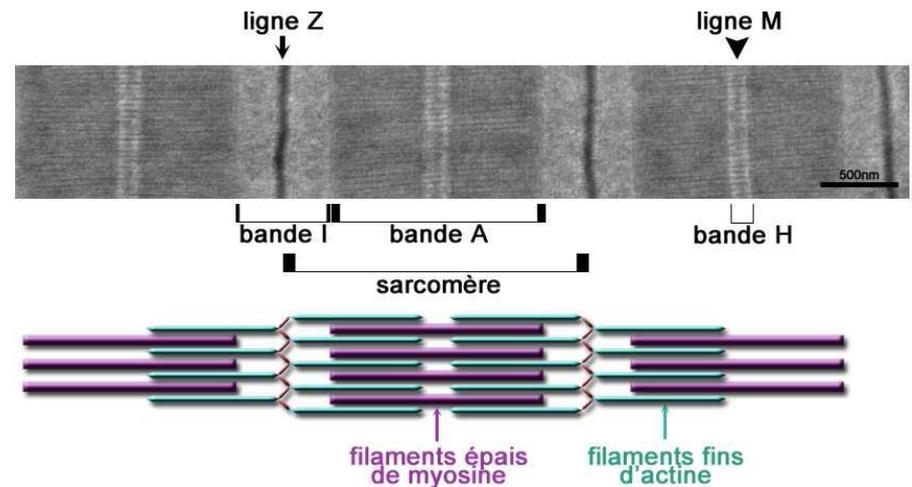
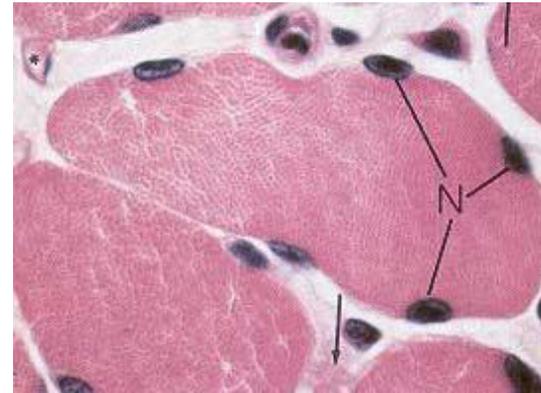
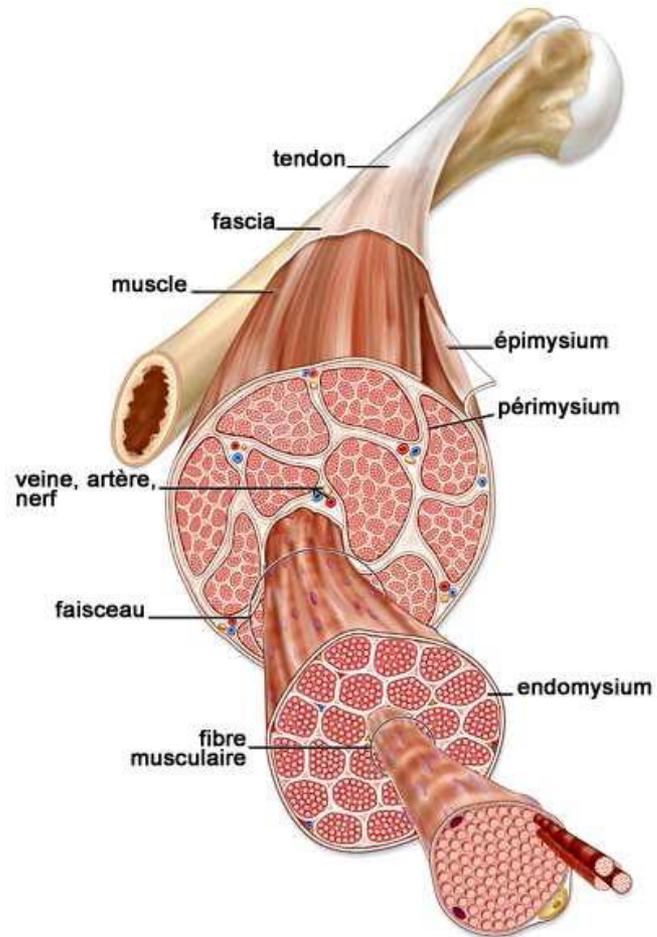
Site Strasbourg



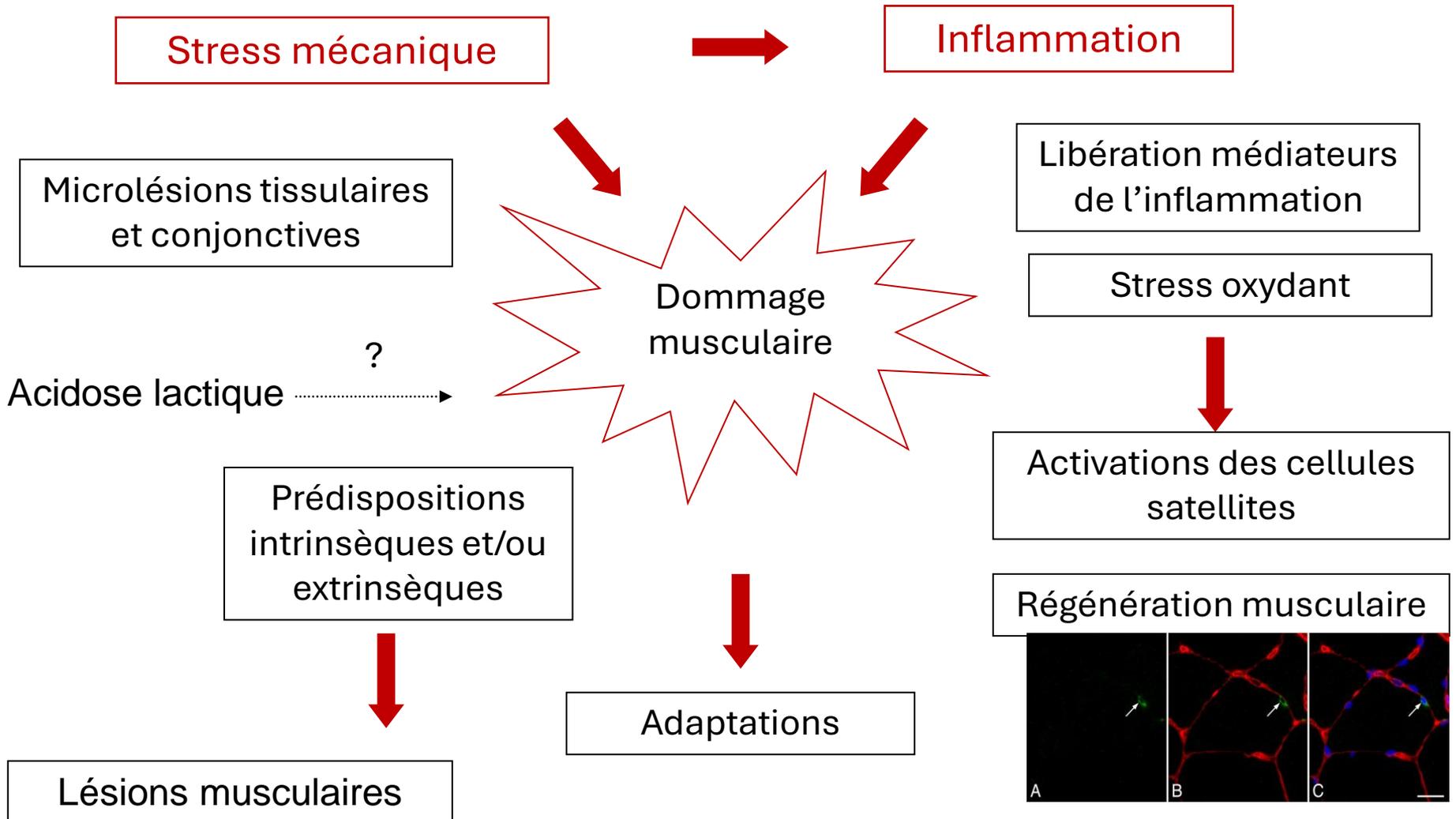
Site Illkirch



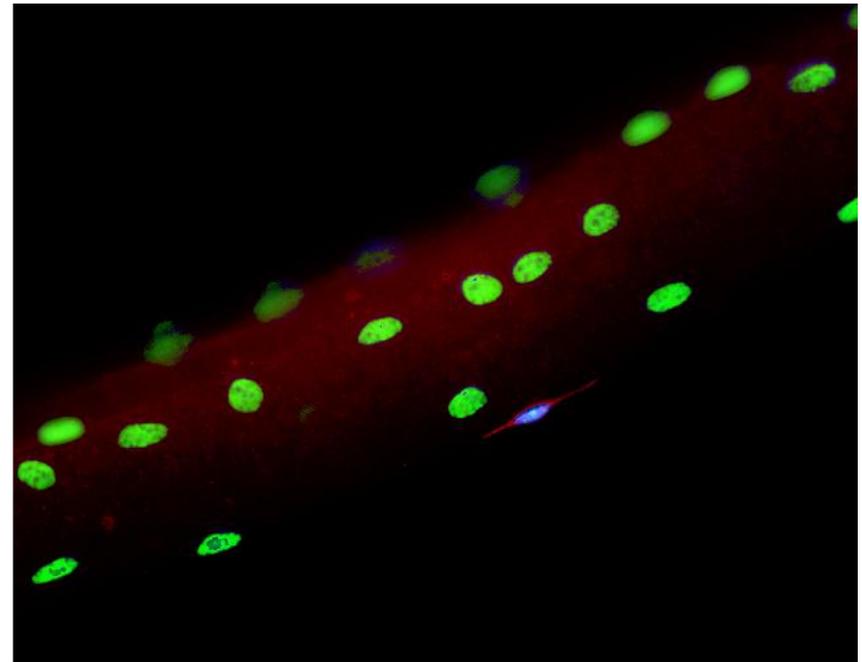
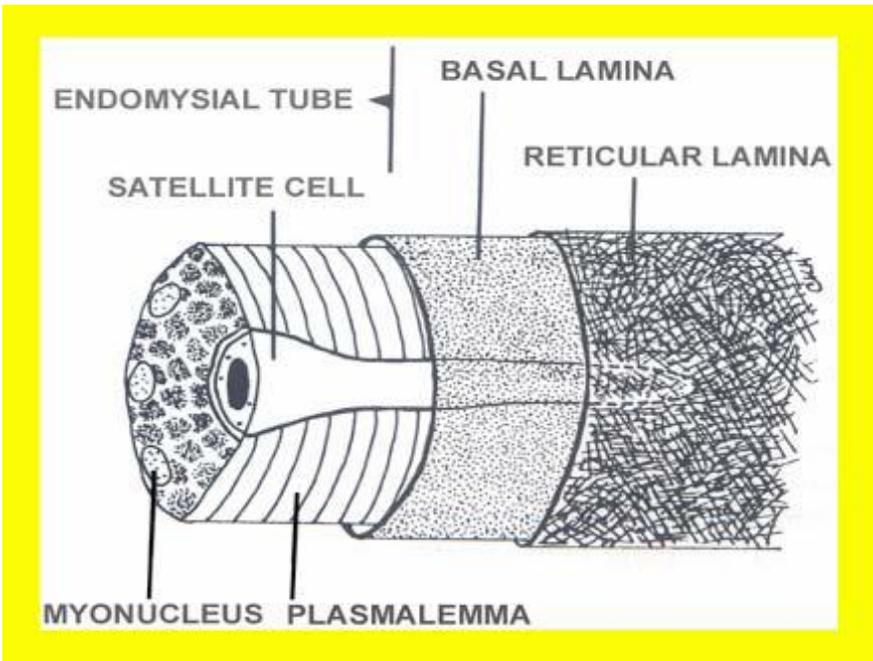
# Introduction



# Lésions musculaires

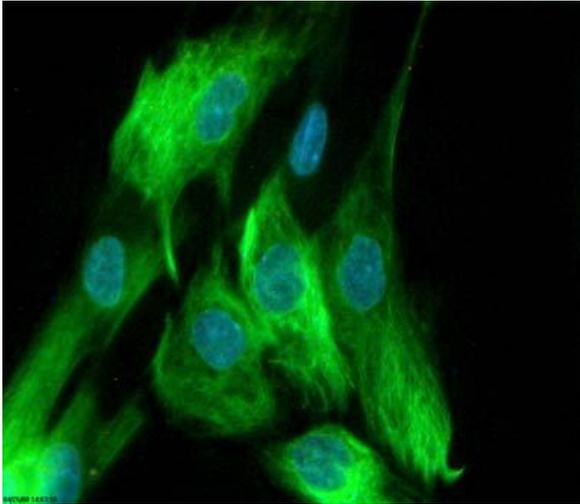


# Régénération musculaire



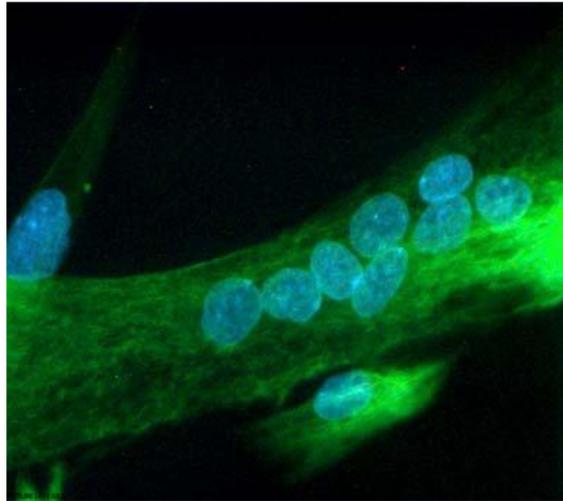
Le muscle a la capacité de s'auto réparer : Cellules satellites

# Régénération musculaire



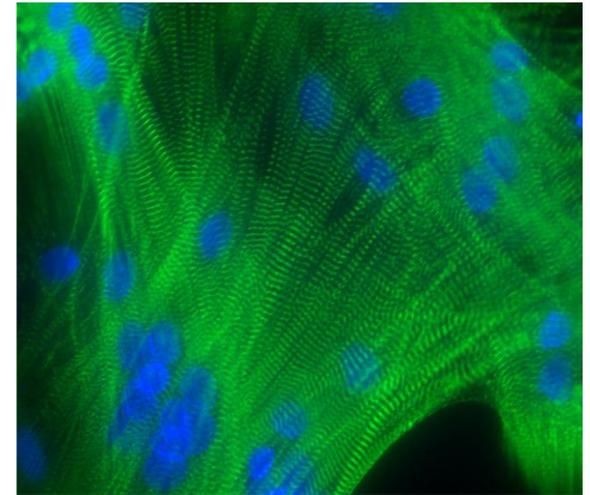
Myoblastes, cellules  
mononuclées

3-5 jours



Myotubes cellules  
polynuclées

7 jours



Maturation

6 semaines

# Séquence physiopathologique suivant une blessure musculaire aiguë

## ■ Inflammation : 2-3 jours

- Stade autogénique (3heures)

Auto-dégradation structures endommagées

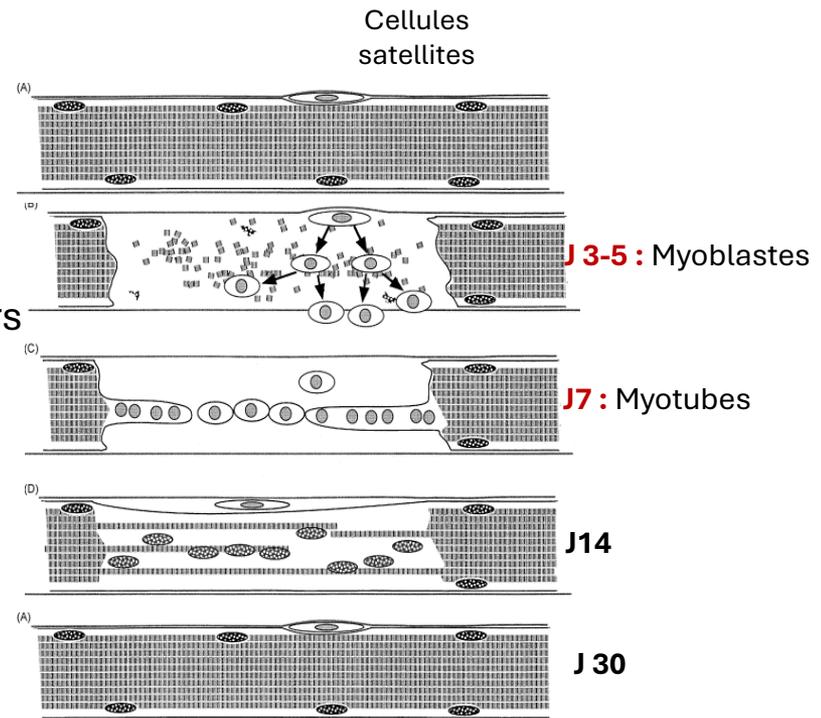
- Stade phagocytaire (72 heures)

- Afflux de macrophages, PNN
- Cytokines pro-inflammatoires et facteurs de croissance

## ■ Réparation musculaire : J3/4-J21

- Activation des cellules satellites
- Myoblastes (3-5j), myotubes (7j)
- Formation de tissu cicatriciel

## ■ Remodelage musculaire : après J30



# Facteurs nécessaires à la cicatrisation

## ■ Innervation

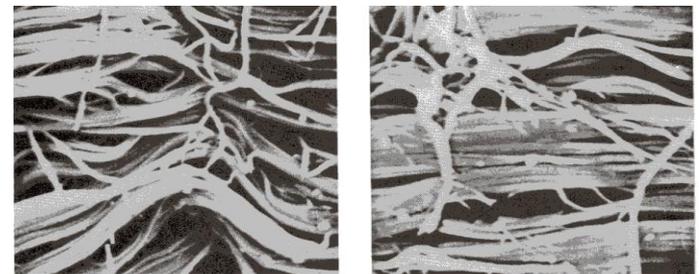
- Maturation de la fibre musculaire
- Différenciation entre fibre lente et fibre rapide
- Synthèse de myokines

## ■ Vascularisation

- Prolifération myoblastes et fibroblastes

## ■ Traction musculaire dirigée

- Meilleure orientation des fibres musculaires
- Augmente la cicatrisation conjonctive



*Kennedy JC et al. JBJS 1976*

# Facteurs influençant la cicatrisation

## ▪ Mobilisation précoce

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

## ▪ Immobilisation

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

# 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

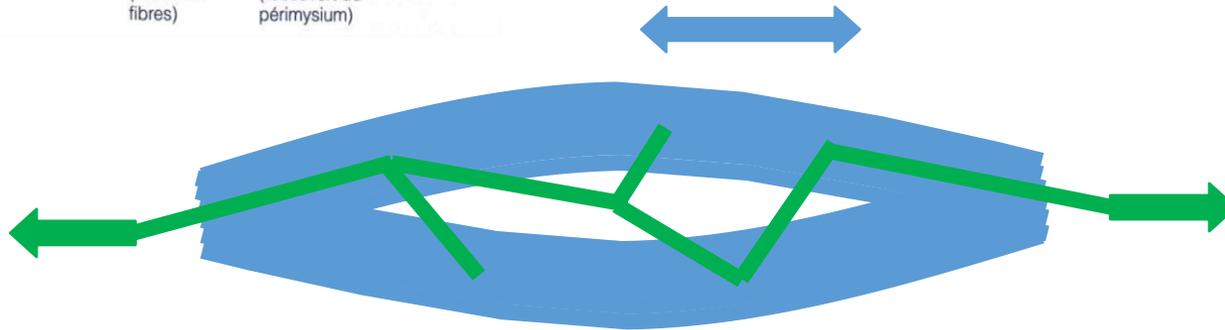
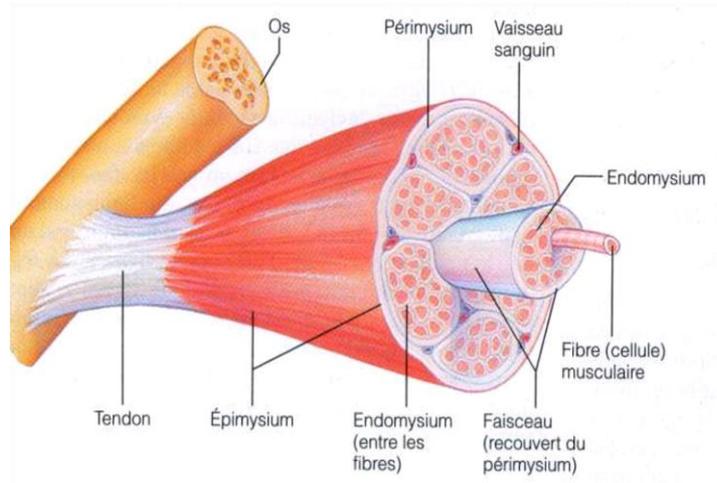
## 2. Lésions extrinsèques

- 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 anatomique

## Classification de Rodineau et Durey (1990)

Grade 0	Atteinte réversible des <b>fibres musculaires</b> <b>Tissu conjonctif de soutien</b> =DOMS
Grade 1	Atteinte irréversible quelques fibres musculaires Tissu de soutien intact
Grade 2	Atteinte irréversible de quelques fibres musculaires Atteinte modérée tissu de soutien
Grade 3	Atteinte <b>irréversible de nombreuses fibres musculaires</b> <b>Atteinte ++ du tissu conjonctif</b> Hématome localisé intramusculaire
Grade 4	Rupture ou désinsertion musculaire

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

# 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	
<b>Grade 0</b>	Courbature = DOMS	FM : Atteinte réversible TC : Sain	Hyperéchogène global de la loge musculaire	
<b>Grade 1</b>	Contracture	FM : Atteinte irréversible TC : Sain	Zones floues hyperéchogènes sans désorganisation des fascicules	Reprise sportive J4 - J 10
<b>Grade 2</b>	Elongation	FM : quantité restreinte Irréversible TC : Atteint	Zones floues hyperéchogènes avec flammèches de désorganisation	Reprise sportive J21
<b>Grade 3</b>	Claquage	FM : quantité importante Irréversible TC : Atteint + hématome	Collections liquidiennes sur jonctions myotendineuses ou musculo-aponévrotiques	Reprise sportive J45
<b>Grade 4</b>	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++



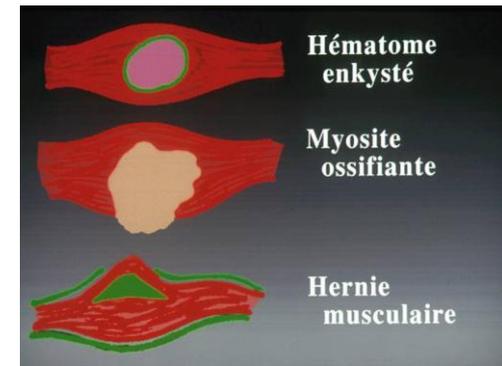
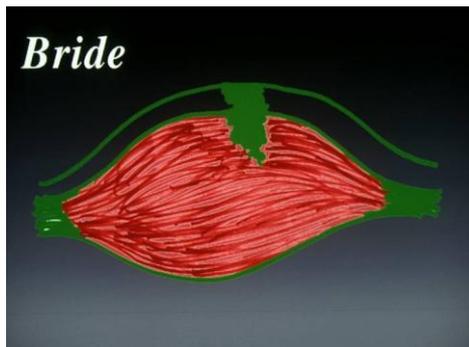
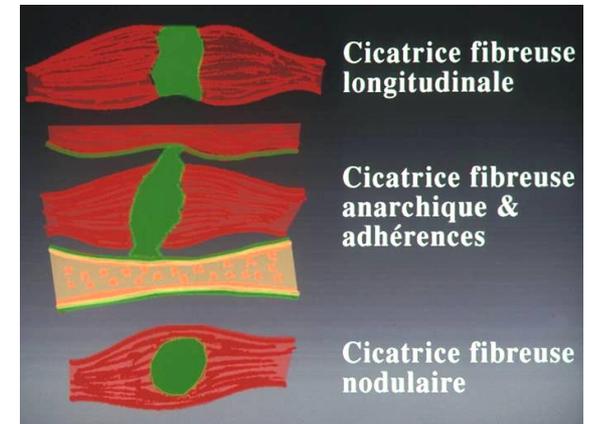
Taking off shoes test (lésions IJ)

# 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	<b>Ecchymose</b> retardée	Douleur vive, exquise, étendue, <b>ballotement musculaire diminué</b>	Douloureux dans les 3 courses	Douloureux dans les 3 courses
4	Douleur brutale avec claquement, permanente Arrêt immédiat de l'effort	<b>Encoche</b> majorée par la contraction, tuméfaction globuleuse	<b>Dépression nette très douloureuse</b> , empatement, <b>ballotement aboli</b>	Douloureux dans les 3 courses	Contractions isométriques: douloureuses et <b>déficitaires</b>

# Lésions musculaires chroniques

- La plupart des lésions musculaires guérissent sans séquelles
- Parfois évolution défavorable, source de séquelles fonctionnelles
- Types de lésions
  - Cicatrices fibreuses
  - Sous forme de granulomes scléreux



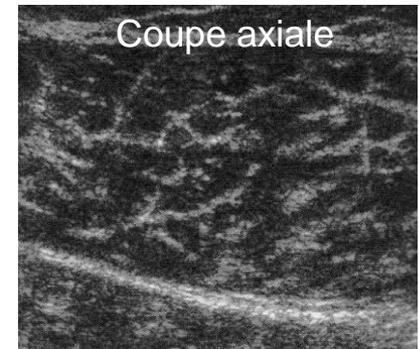
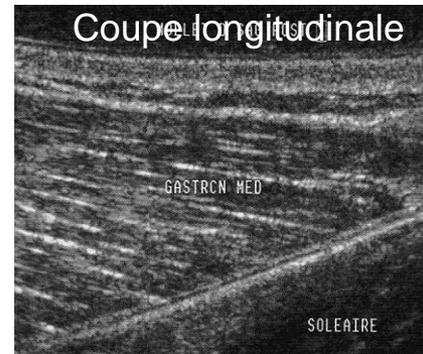
# Examens complémentaires



# Echographie



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

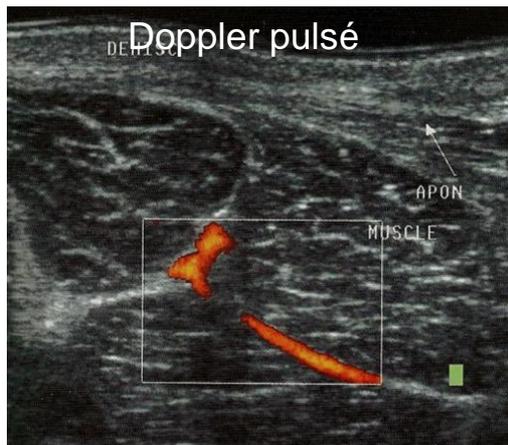


- **Quand ?**
  - Stade début (12 /24h)
  - 1 semaine (collection)
  - 3ème semaine (lyse d'un caillot)

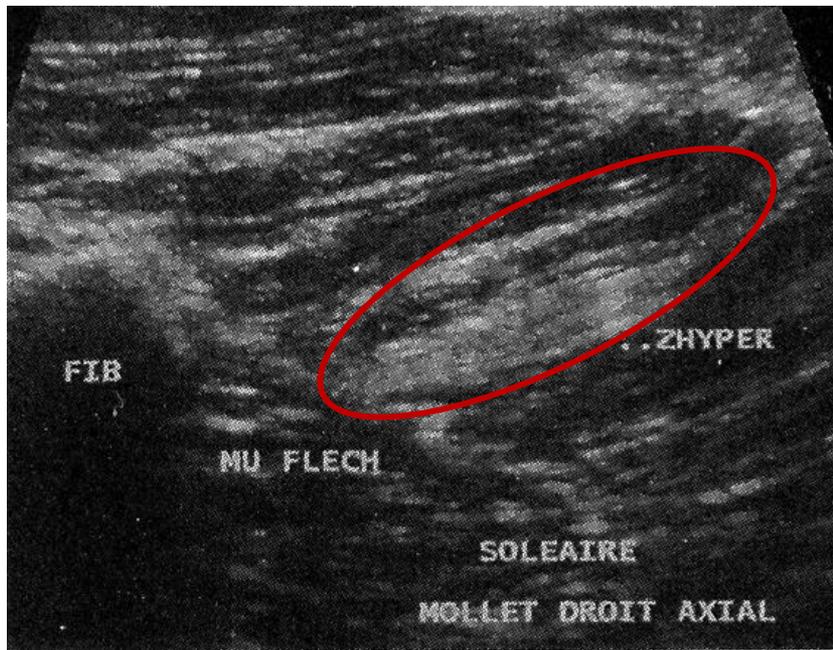


# Echographie

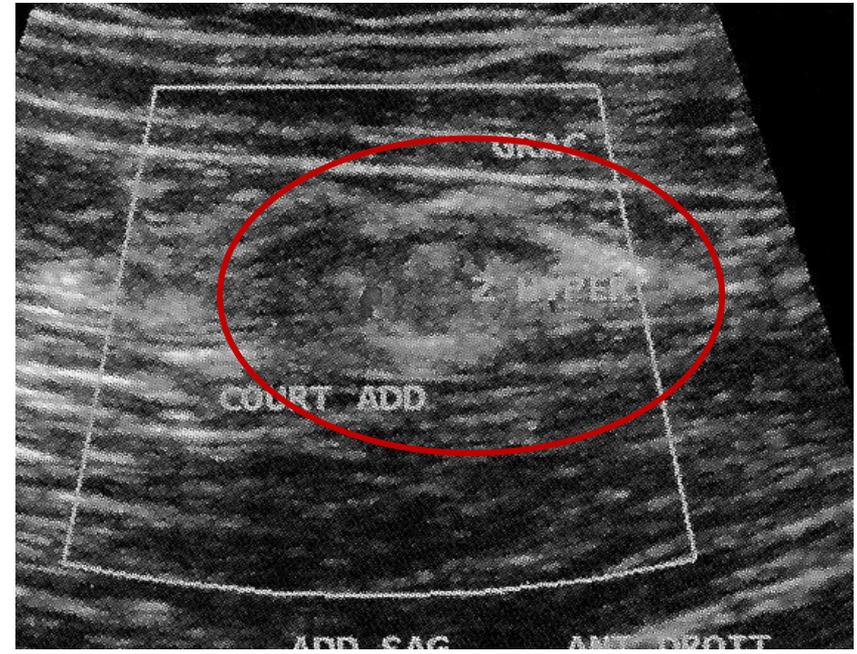
- Palper écho-scopique
  - Corrélation douleur/lésion
  - Affirmer le caractère liquidien d'un hématome et d'en guider la ponction
- Étude dynamique++
  - Contraction musculaire, comparatif (améliorant la sensibilité)
- Diagnostic différentiel/complications
  - Thrombose veineuse profonde



## Echographie : aspects pathologiques

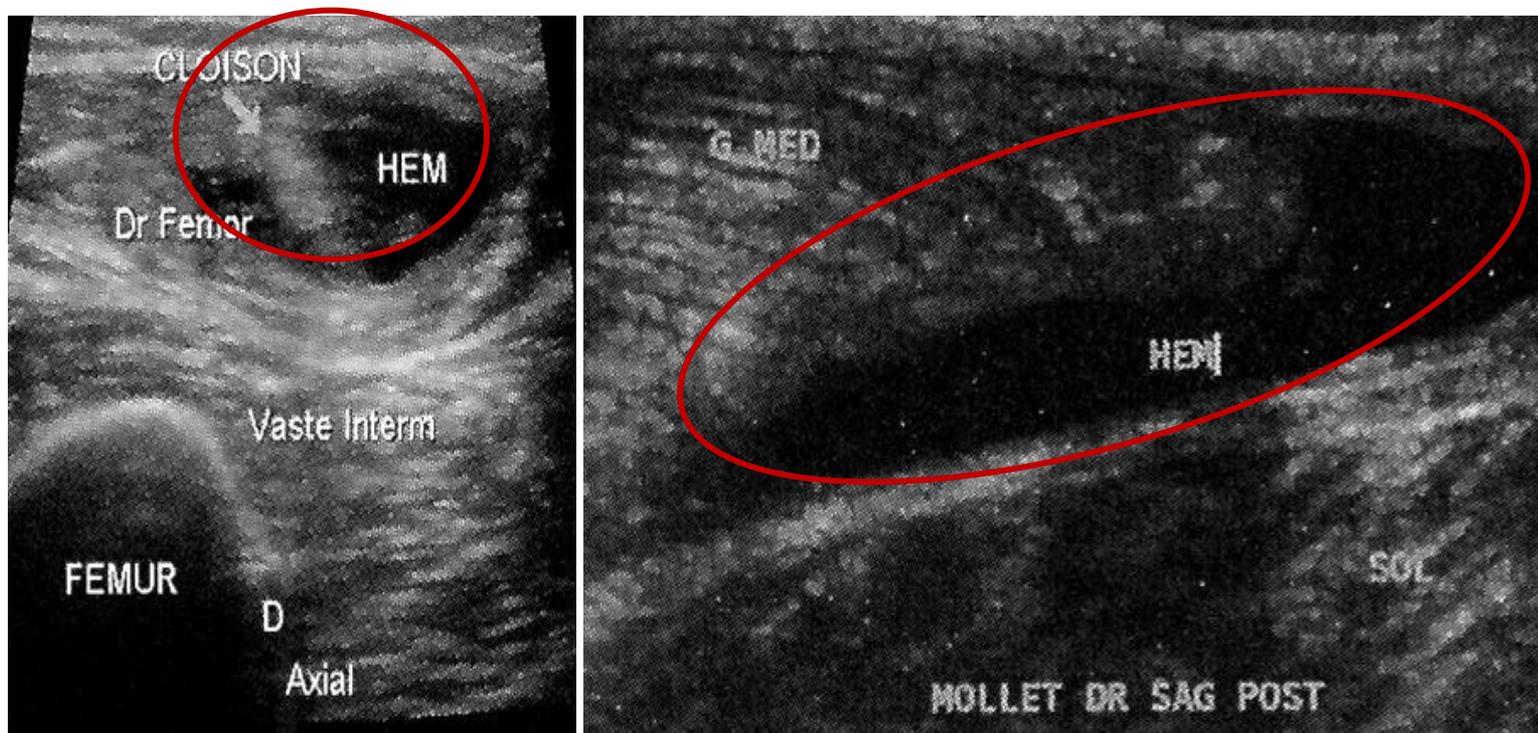


Grade 1 : nuage hyperéchogène intramusculaire sans désorganisation



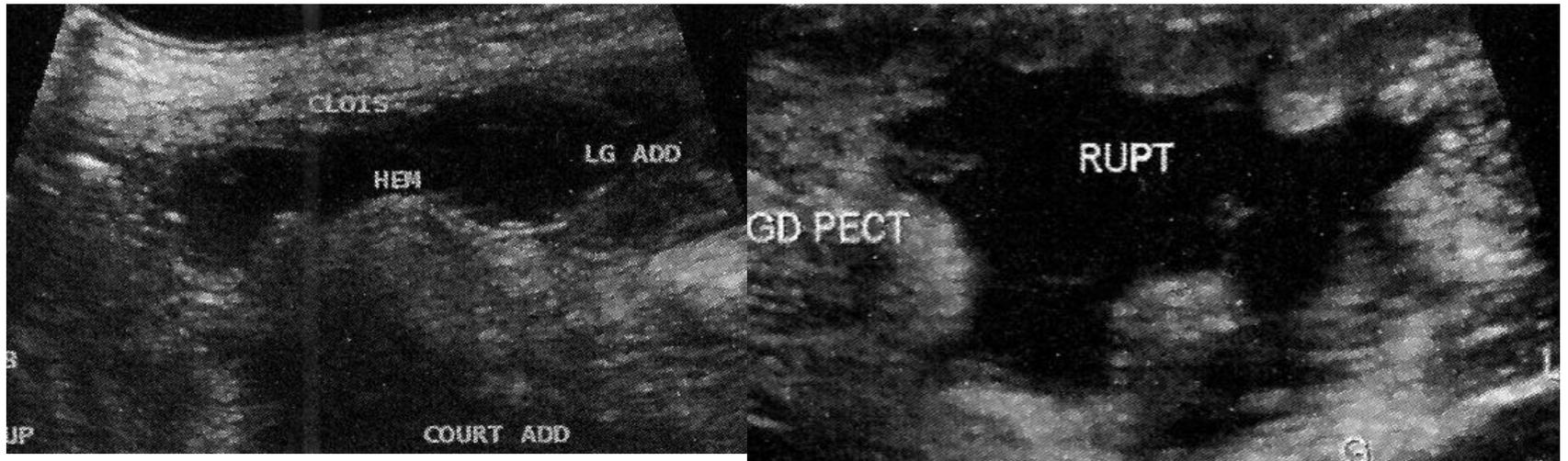
Grade 2 : hyperéchogène à contours flous. Désorganisation fasciculaire

## Echographie : aspects pathologiques



Grade 3 : décollement focal avec hématome

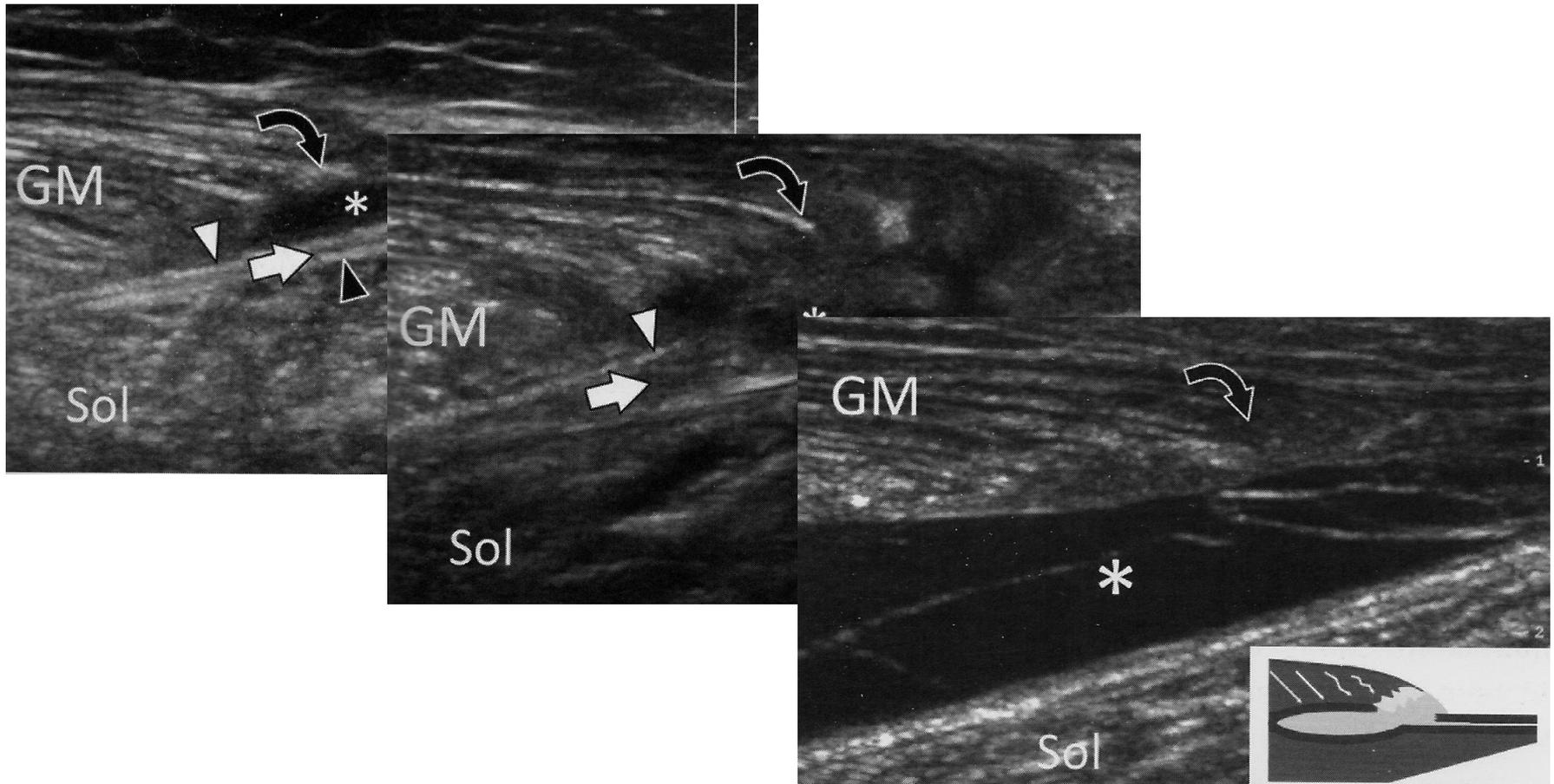
## Echographie : aspects pathologiques



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

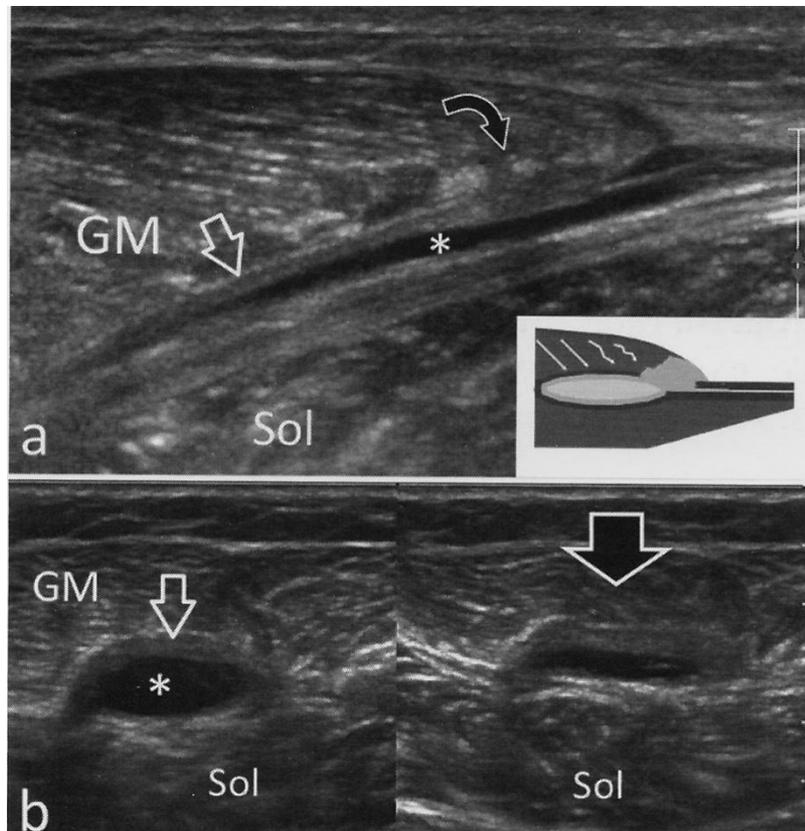
# Echographie : formes topographiques

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

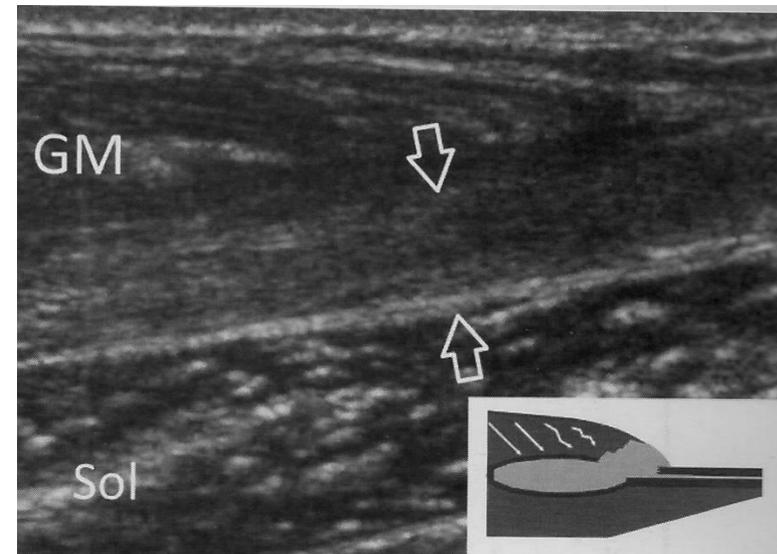


# Echographie : formes topographiques

## Tennis leg : évolution



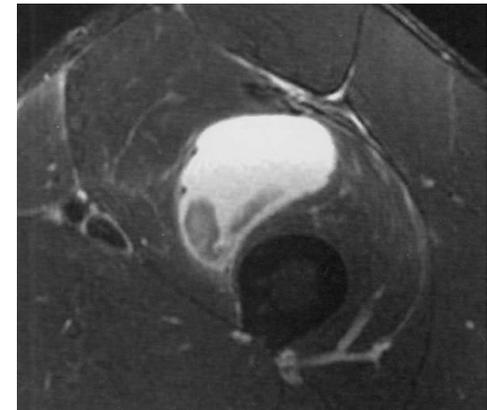
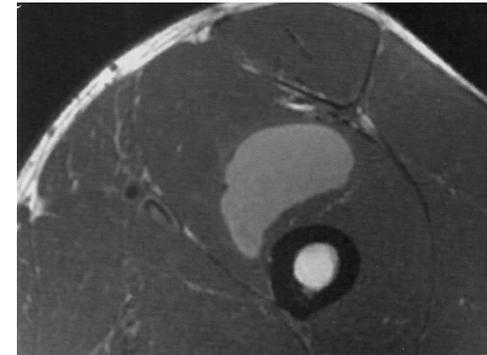
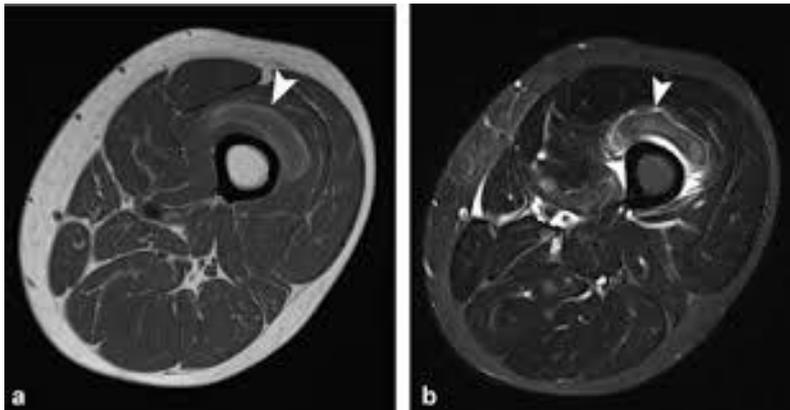
Organisation cicatricielle périphérique



Hématome organisé

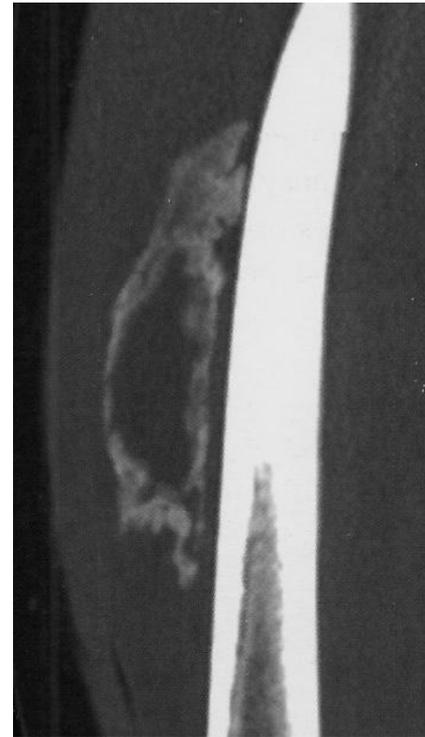
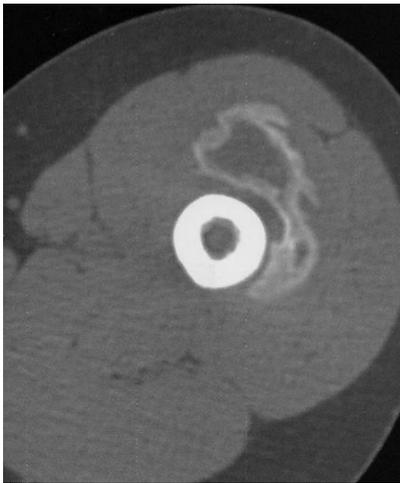
# IRM musculaire

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



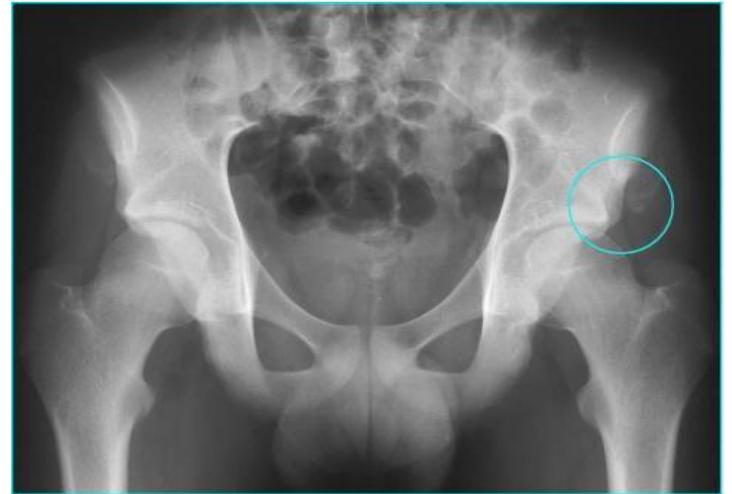
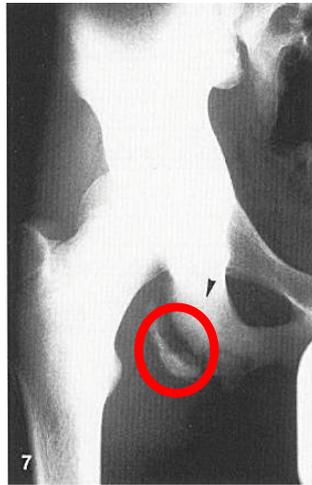
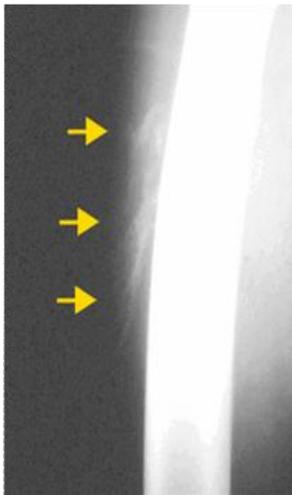
# Scanner

- **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+



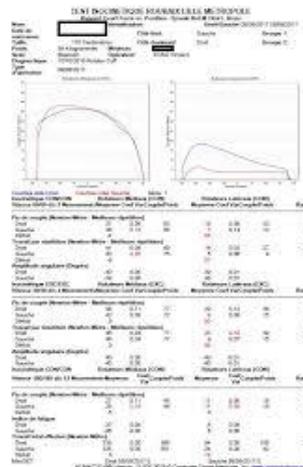
# Radiographies standards

- 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**



# Principes de prise en charge



Phase 1 : inflammatoire



Phase 2 : réparation



Phase 3 : remodelage



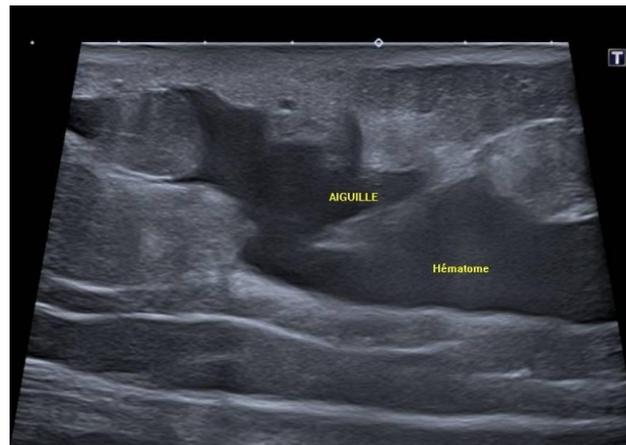
Prévention : meilleur traitement

# Prise en charge en aigu

- 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

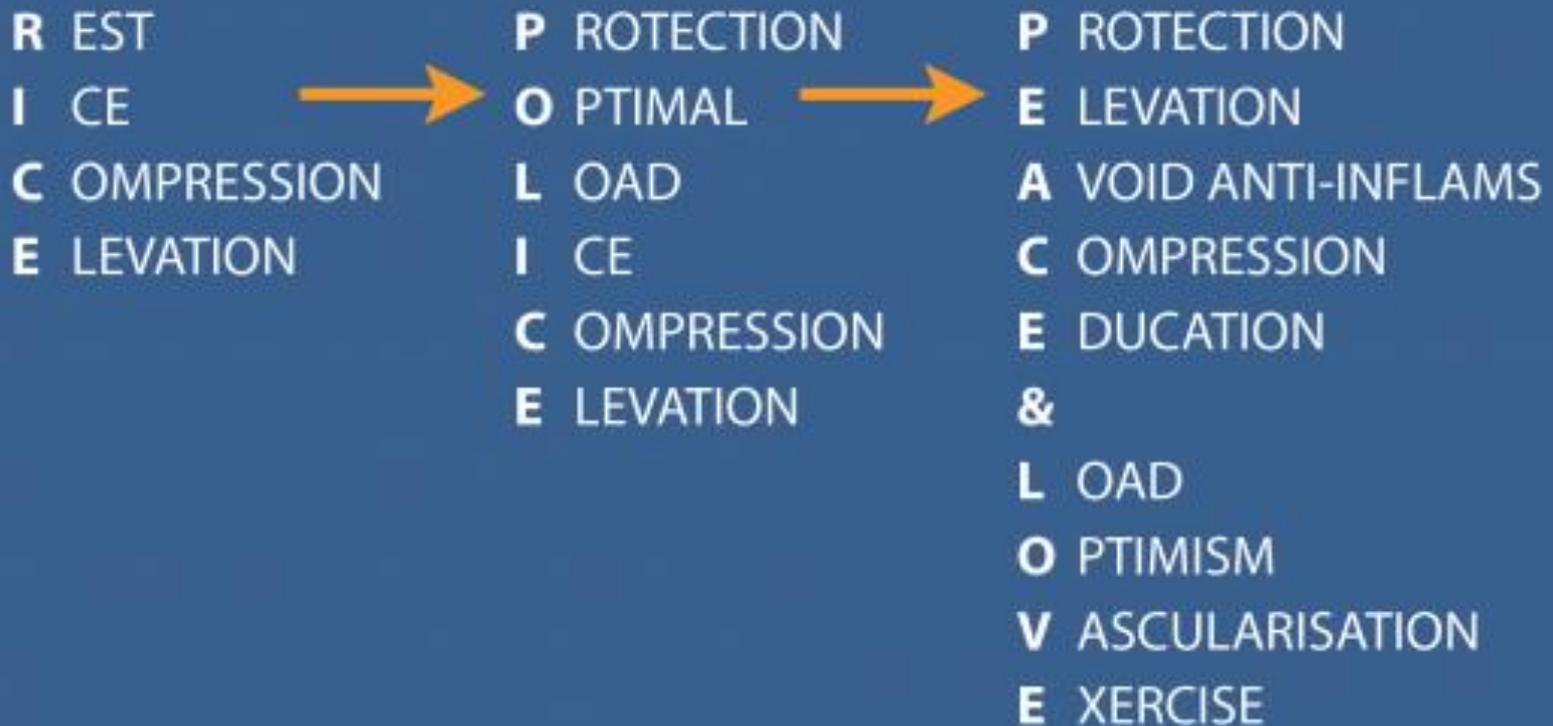


Echographie J2 à J10 → ponctionné volume > 5 cm<sup>3</sup>



# Prise en charge en aigu

## ÉVOLUTION DES ACRONYMES DE PRISE EN CHARGE DES BLESSURES AIGÜES



# Prise en charge en aigu

- Cryothérapie
  - 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

*Costello JT 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*

# Prise en charge en aigu



- 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

## Recommandation

## Durée d'application

10 à 20 minutes par session

## Fréquence

Toutes les 2 à 3 heures les 48 premières heures

## Température

Environ 0 à 15°C selon la méthode

## Protection cutanée

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

## Éviter

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

# 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

# Prise en charge en aigu : phase 1

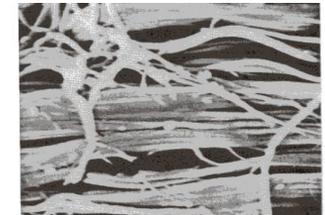
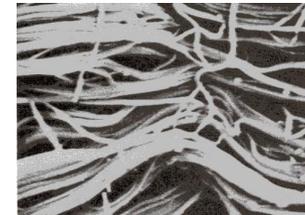
<p><b>P : Protection</b> 1-5 jours</p>	<p><b>Décharge</b> du membre lésé (orthèse, cannes, écharpe, botte de marche) Prise en charge antalgique</p>
<p><b>E : Elévation</b> Elévation d'un membre blessé au-dessus du niveau du cœur entraîne une diminution de la pression hydrostatique et, par la suite, réduit l'accumulation de liquide interstitiel</p>	<p><b>Surélévation du membre atteint</b></p>
<p><b>A : avoid AINS</b></p>	
<p><b>C : Compression</b> Réduit flux sanguin intramusculaire vers la zone blessée/ Pas de preuve Thorsson O ,. Med Sci Sports Exerc. Jarvinen 2005Thorsson O, Scand J Med Sci Sports. 1997</p>	<p><b>Strapping, bas contention</b></p>
<p><b>E : expliquer</b></p>	
<p><b>L : Loading</b></p>	<p><b>Mise en charge</b> progressive selon douleur Eviter décharge Intérêt du pas simulé/appui contact</p>
<p><b>Optimism</b></p>	
<p><b>Vascularisation</b></p>	
<p><b>Exercice : rééducation active dès que possible</b></p>	



# Prise en charge phase 2 : réparation : J3-J14

- **Intérêt Mobilisation J5**

- Accélère résorption hématique détersion inflammatoire
- Réorganisation cicatricielle conjonctive et musculaire
- Différenciation musculaire C satellite
- Recrutement neuronal
- Angiogenèse [apport sanguin zone lésée]



<b>Phase de réparation J3 – J14 phase proliférative</b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Activation des cellules satellites de réserve myogéniques</li><li>• prolifération des myoblastes</li><li>• Alignement myoblastes en myotube</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Synthèse du tissu cicatriciel<ul style="list-style-type: none"><li>• collagène type III (réticulé)</li><li>• collagène type I (fibrillaire plus épais)</li></ul></li><li>• Capillaires</li></ul>

# Prise en charge phase 2 : J5 → J21/J30 : réparation

- **Mobilisation**

- Récupération des amplitudes articulaires pied/cheville/hanche/rachis

- **Exercices**

- Initiés cadre schémas mouvement fonctionnels

## 1/ Equilibre, stabilisation du tronc

- accent contrôle neuromusculaire
- plans transversal & frontal
- transition progressive plan sagittal



## 2/ renforcement musculaire

- Concentrique
- mi-longueur du muscle
- RM **excentrique sous-maximal**



# Prise en charge Phase 3 : remodelage après J21/J45

- Amplitude de mouvement n'est plus limitée
- **Exercices de stabilisation tronc**
  - Plus difficiles
  - ↗ progressive vitesse/intensité
  - Mouvements asymétriques, plan transversal/ sagittal
- **Exercice excentrique +++++**
  - Restaurer longueur optimale musculo-tendineuse pour une tension active frénatrice maximale
- **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

# Réathlétisation et prévention secondaire

- Redonner qualités sportives au muscle et au patient/athlète
- Spécifiques
  - Muscle atteint
  - Mécanismes lésionnels
  - Sport

**Force, explosivité, puissance, endurance et longueur**



# Critères de reprise

- **Aucun critère ou test n'est valide à lui seul, mais....**
  - Examen clinique normal, indolore
  - Force normale en isocinétisme, ratio blessé/sain > 90%
  - Validation des étapes du réentraînement individuel
  - Critères échographiques?
  - Tests spécifiques...

	Repos et antalgie	Modelage musculaire	Renforcement musculaire	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

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

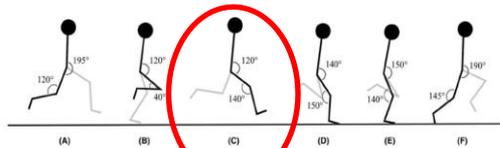


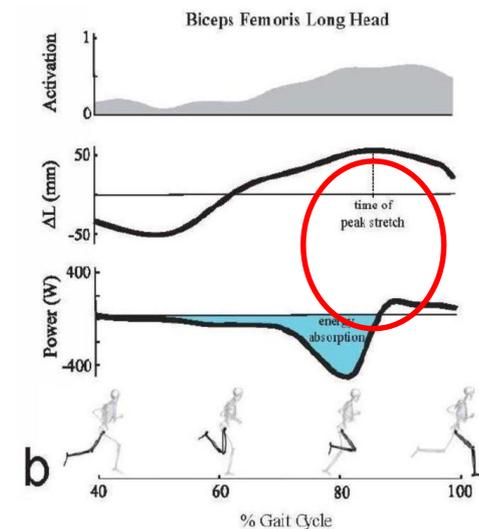
FIGURE 1 The sprinting gait cycle. (A) Early stance (B) Mid-swing (C) Late swing (D) Early stance/ foot strike (E) Mid-stance (F) Late stance/ toe-off<sup>23,24</sup>



**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

- Exercices excentriques : **protocole de Stanish**



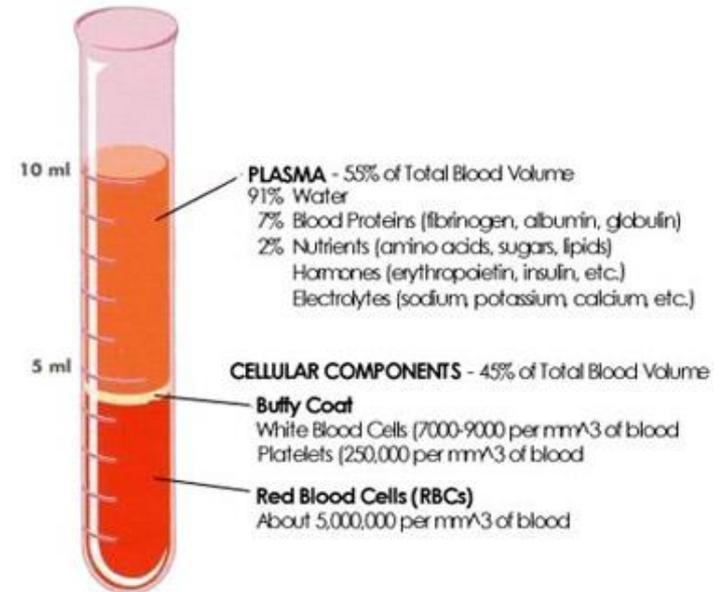
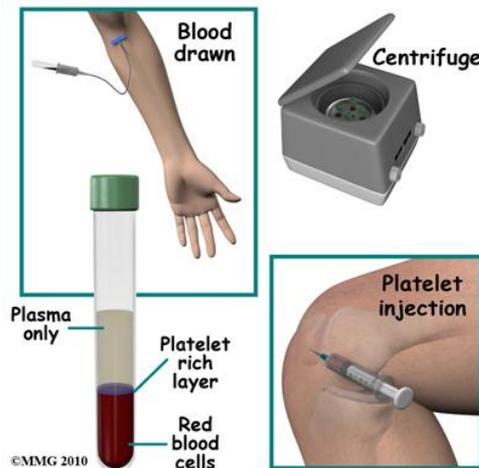
Fig. 2 : Renforcement excentrique mollet

Stanish WD et al. Clin Sports Med 1985



# Autres thérapeutiques : PRP

- Concentré de plaquettes et de facteurs de croissance
- Obtenu par centrifugation de sang autologue



- Libération au contact de la lésion de facteurs de croissance contenus dans les granules alpha
- ✓ TGF-B, VEGF, PDGF, EGF...
- ⇒ cicatrisation

# Autres thérapeutiques : PRP

## ■ Quels PRP?

- Concentration en plaquettes
- Globules blancs
- Activation (thrombine bovine, chlorure de calcium)
- Volume par injection
- Moment, nombre et fréquence des injections
- Galénique: liquide vs gel

⇒ Nécessité de standardisation++

## ■ Effets secondaires

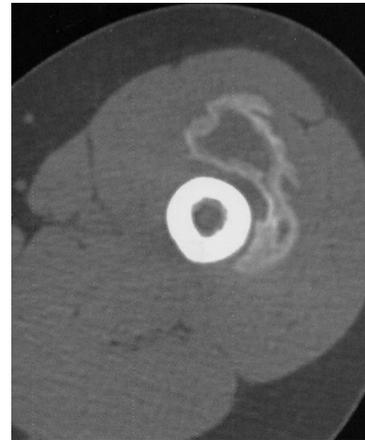
- Douleur au point d'injection
- Réaction inflammatoire: gonflement, douleur
- Infection (1/70 000)

Grassi A, et al. Is Platelet-Rich Plasma (PRP) Effective in the Treatment of Acute Muscle Injuries? A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med* 2018 Apr;48(4):971–989.

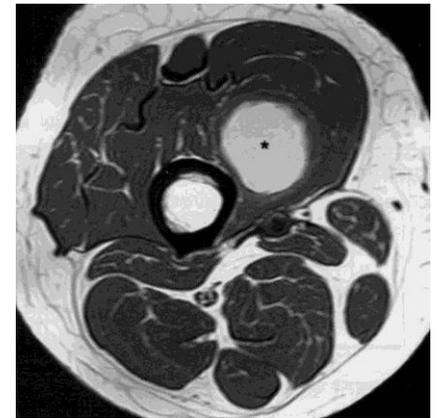
Seow D et al. Platelet-Rich Plasma Injection for the Treatment of Hamstring Injuries: A Systematic Review and Meta-analysis With Best-Worst Case Analysis. *Am J Sports Med*. 2021 Feb;49(2):529–537

## Autres thérapeutiques : chirurgie

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



Calcifications  
ou ossifications  
intra-  
musculaires



Hématome calcifié



# Take home messages

- Diagnostic précoce lésionnel
  - Bilan clinique++
  - Intérêt de l'échographie
- Classification
  - Délai de reprise
  - Orientation prise en charge
- Rééducation
  - Indispensable
  - Précoce
  - Adaptée au bilan
  - Réévaluée++



# Accidents musculaires

**Pr Marie-Eve ISNER-HOROBETI**

**Pôle de Médecine Physique et de Réadaptation**

**1. Institut Universitaire de Réadaptation Strasbourg**

**2. Hôpitaux Universitaires de Strasbourg**

**Groupe de rédaction HAS : APS et appareil locomoteur**

**Membre du comité médicosportsanté du CNOSF**

**Dr Marie-Martine Colau Lefebvre, Cochin**



Site Strasbourg



Site Illkirch

