

# Lésions musculaires

---

**Pr Marie-Eve Isner-Horobeti<sup>1</sup>**

Dr Marie-Martine Colau-Lefèvre <sup>2</sup>

1. Pôle de Médecine Physique et de Réadaptation

Institut Universitaire de Réadaptation Clémenceau (IURC), Strasbourg

UR3072 : muscle , mitochondries et stress oxydant

2. Department de Médecine Physique et de Réadaptation

Hôpital Cochin (AP-HP), Paris

INSERM U1153



*Site Strasbourg*



*Site Illkirch*

# CLASSIFICATION ET PHYSIOPATHOLOGIE

---

# Classification clinique

## 1. Lésions intrinsèques

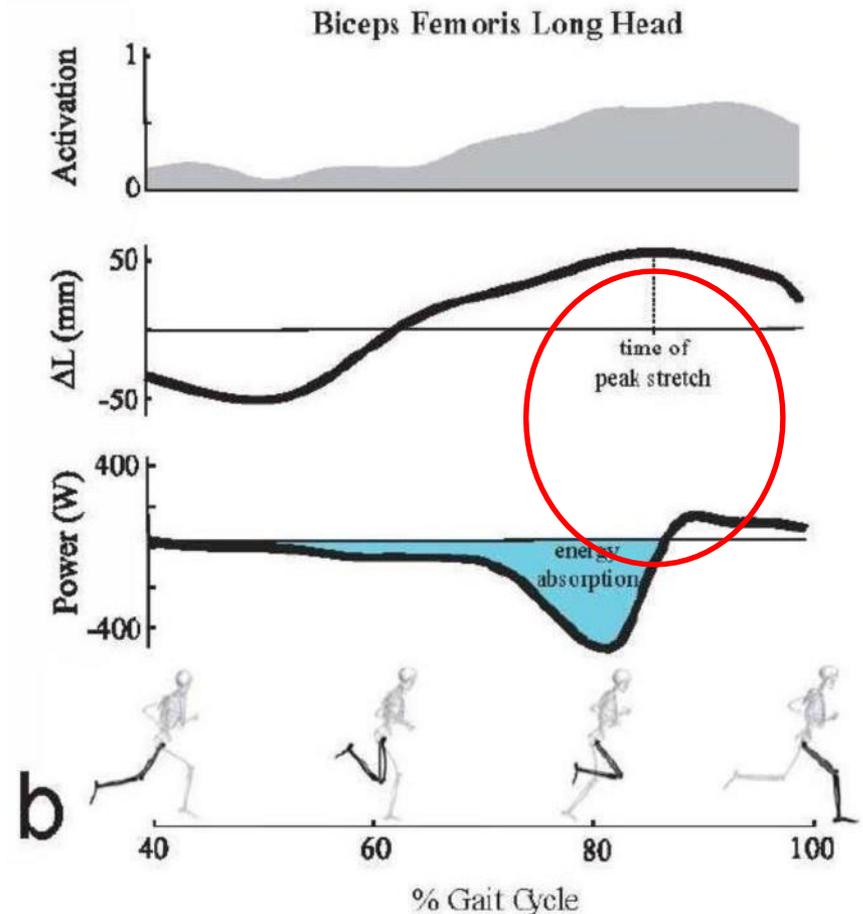
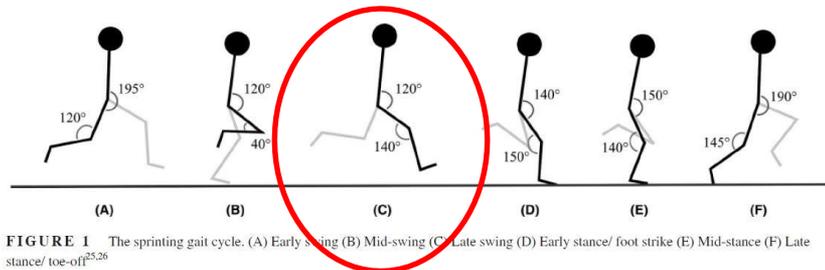
- Contraction active sur muscle en tension
- Sollicitation muscle > capacités fonctionnelles
- Contraction **contrariée** ou forcée, souvent en **excentrique**
- Etirement musculaire passif brutal
- Localisation : zones de faiblesse
  - **Jonction myo-aponévrotique, myo-tendineuse**



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

Ekstrand J, Waldén M, Häggglund 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.

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



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



# 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



Ueblacker 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

# Classification anatomique

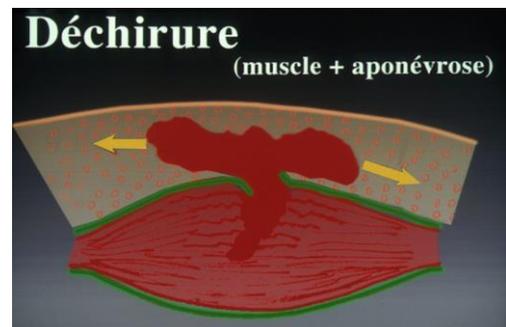
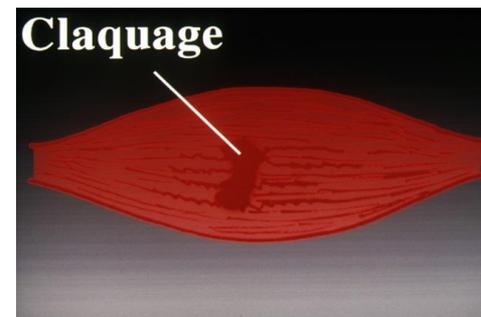
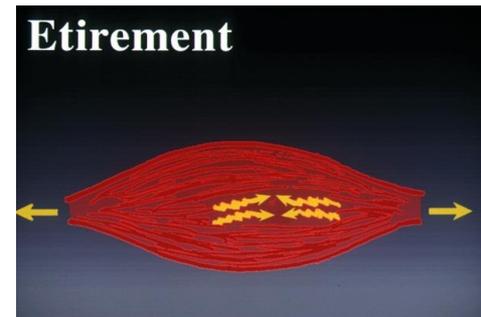
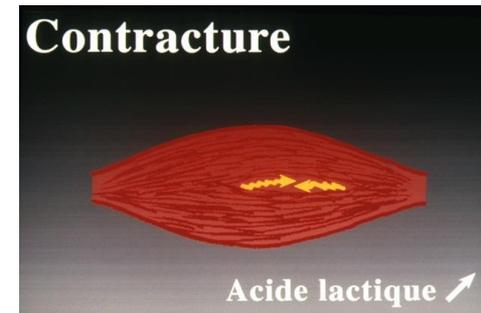
- Recommandations internationales se réfèrent à la classification de Munich.
- Classification de Jackson (1973)

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

- *Mueller-Wohlfahrt HW, Haensel L, Mithoefer K, . Terminology and classification of muscle injuries in sport: a consensus statement. Br J Sports Med 2012;bjsports-2012-091448*
- *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.*
- *Valle X, Alentorn-Geli E, Tol JL, . Muscle injuries in sports: a new evidence-informed and expert consensus-based classification with clinical application. Sports Med Auckl NZ 2017;47:1241-53*

# Classification anatomique

- Empirique, discutable
  - **Courbature** : douleur muscle le lendemain
  - **Contracture** : post-effort, ↓échauffement
  - **Elongation-étirement**
  - **Claquage**
    - Hématome intramusculaire
  - **Déchirure et rupture**
    - Hématome intramusculaire, hématome superficiel
    - Atteinte musculo-aponévrotique++



# Classification anatomique

## Classification de Rodineau et Durey (1990)

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

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

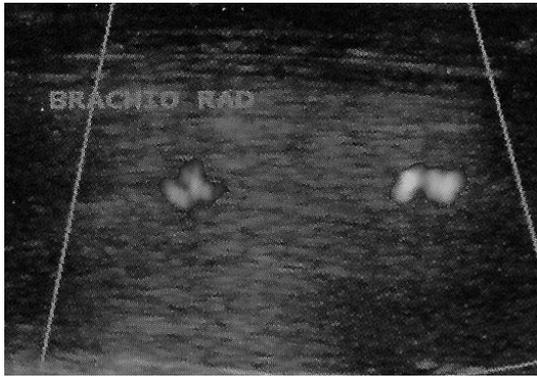
# Classification échographique

Classification des lésions musculaires selon Durey et Rodineau  
et adaptation échographique selon **Brasseur**

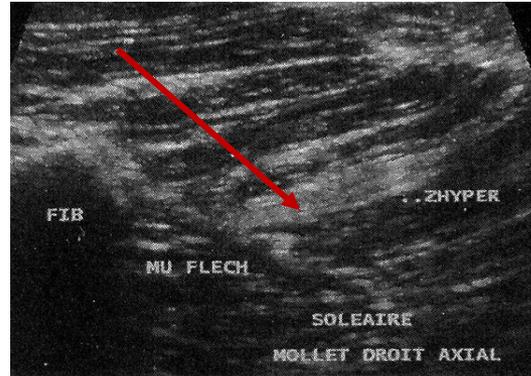
Grade	Terme clinique couramment utilisé	Apparence histologique	Apparence échographique
Grade 0	«Courbature»	Atteinte réversible de la fibre musculaire. Pas d'atteinte du tissu conjonctif de soutien	Aspect hyperéchogène global de la loge musculaire
Grade 1	«Contracture»	Atteinte irréversible de la fibre 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

*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)*

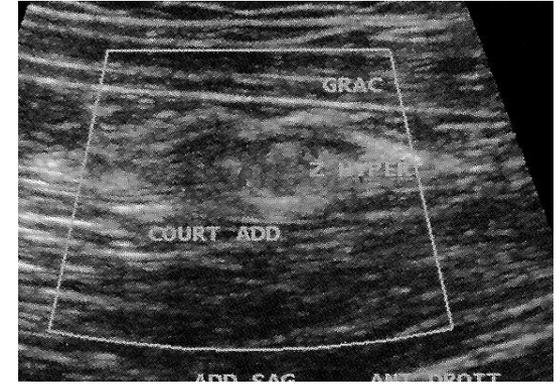
# Classification échographique



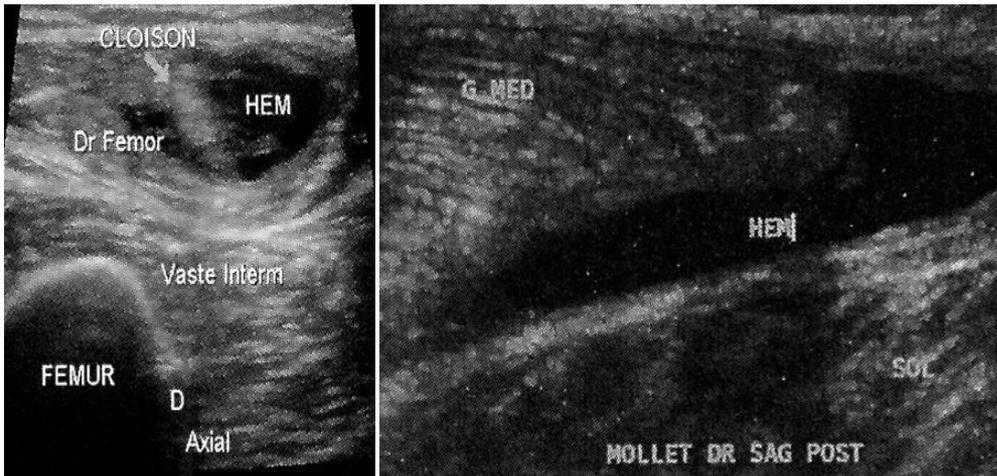
Stade 0 : muscle hyperéchogène



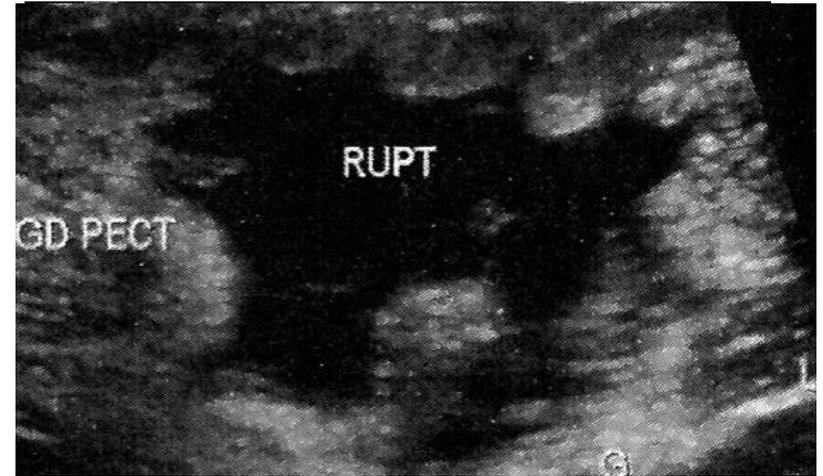
Stade 1: nuage hyperéchogène intra-musculaire sans désorganisation



Stade II : hyperéchogène à contours flous.  
Désorganisation fasciculaire



Stade 3 : décollement focal avec hématome



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

# Qu'attend le sportif de ces classifications ?

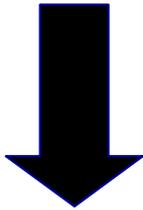


Docteur ,  
c'est grave ?



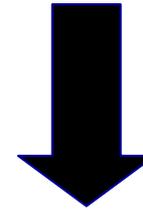
# Qu'attend le sportif de ces classifications ?

PAS GRAVE



- Contracture, élongation
- **Stades 0 - 1**

GRAVE

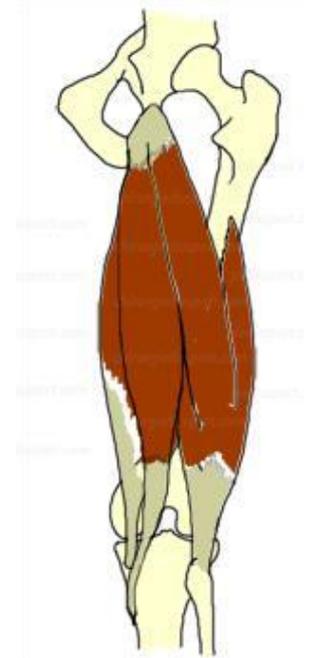


- Claquage, déchirure
- **Stades 2 - 3**

*Difficulté en urgence = distinction « grosse élongation » et « petit claquage »*

# Classification pratique

- Etude prospective sur le pronostic de 120 lésions IJ
  - **3 critères péjoratifs**
    - EVA initiale > 6
    - Limitation lors étirement du muscle > 15°
    - Douleur au quotidien > 3 jours
- Guérison > 40 jours



Guillodo Y et al. *Clinical predictors of time to return to competition following hamstring injuries. Muscles, ligaments, tendons.* 2014 Jul-Sep; 4(3): 386–390

# 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
Grade 2	Elongation	FM : quantité restreinte Irréversible TC : Atteint	Zones floues hyperéchogènes avec flammèches de désorganisation
Grade 3	Claquage	FM : quantité importante Irréversible TC : Atteint + hématome	Collections liquidiennes sur jonctions myotendineuses ou musculo-aponévrotiques
Grade 4	Rupture	Rupture partielle ou totale d'un muscle	Lésion myotendineuse ou myoaponévrotique complète avec rétraction

→ Reprise sportive J4 -J 10

→ Reprise sportive J21

→ Reprise sportive J45

→ avis chirurgical  
→ Reprise sportive > J90

**DIAGNOSTIC**

---

# Diagnostic : clinique++



- Interrogatoire

- Douleur

- Brutale ou progressive
    - Diffuse, localise
    - Intensité : EVA

- Antécédents : pseudo-claquages à répétition?

- Circonstances de survenue

- Type 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
- **Mesures des amplitudes articulaires** et raideurs musculotendineuses
  - Limitation d'amplitude (+/- 15°)
- **Etirement** : course interne, moyenne, externe
- **Tests isométriques** : Course interne, moyenne, externe
  - Degré de gravité : Course interne > course externe, dans les 3 courses
- Examen neurologique et vasculaire
  - Diag diff et complications



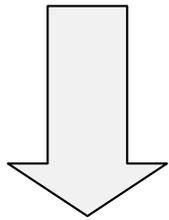
# Diagnostic : clinique++

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> , empâtement, <b>ballotement aboli</b>	Douloureux dans les 3 courses	Contractions isométriques: douloureuses et <b>déficitaires</b>

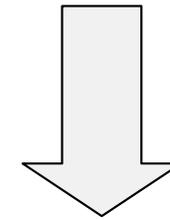
# Remarque : signification de l'ecchymose

LESION INTRINSEQUE

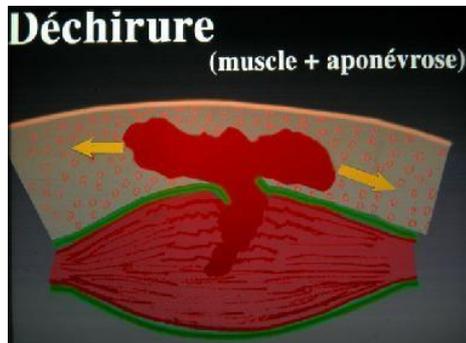
LESION EXTRINSEQUE



GRAVE

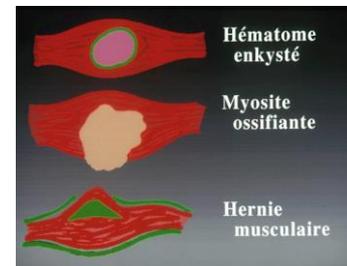
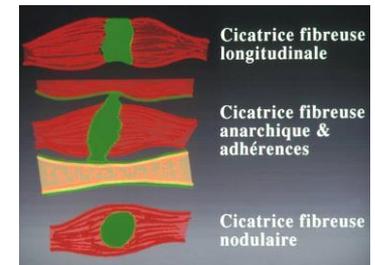


?



# 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

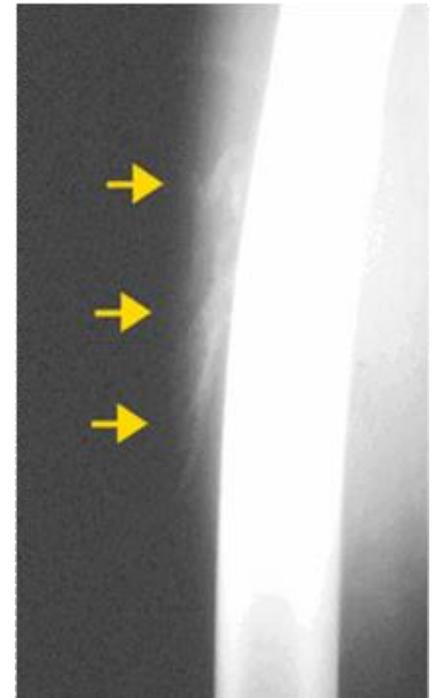
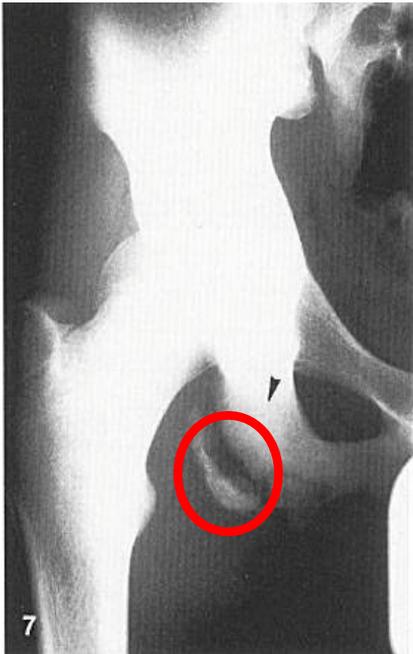


# EXAMENS COMPLÉMENTAIRES

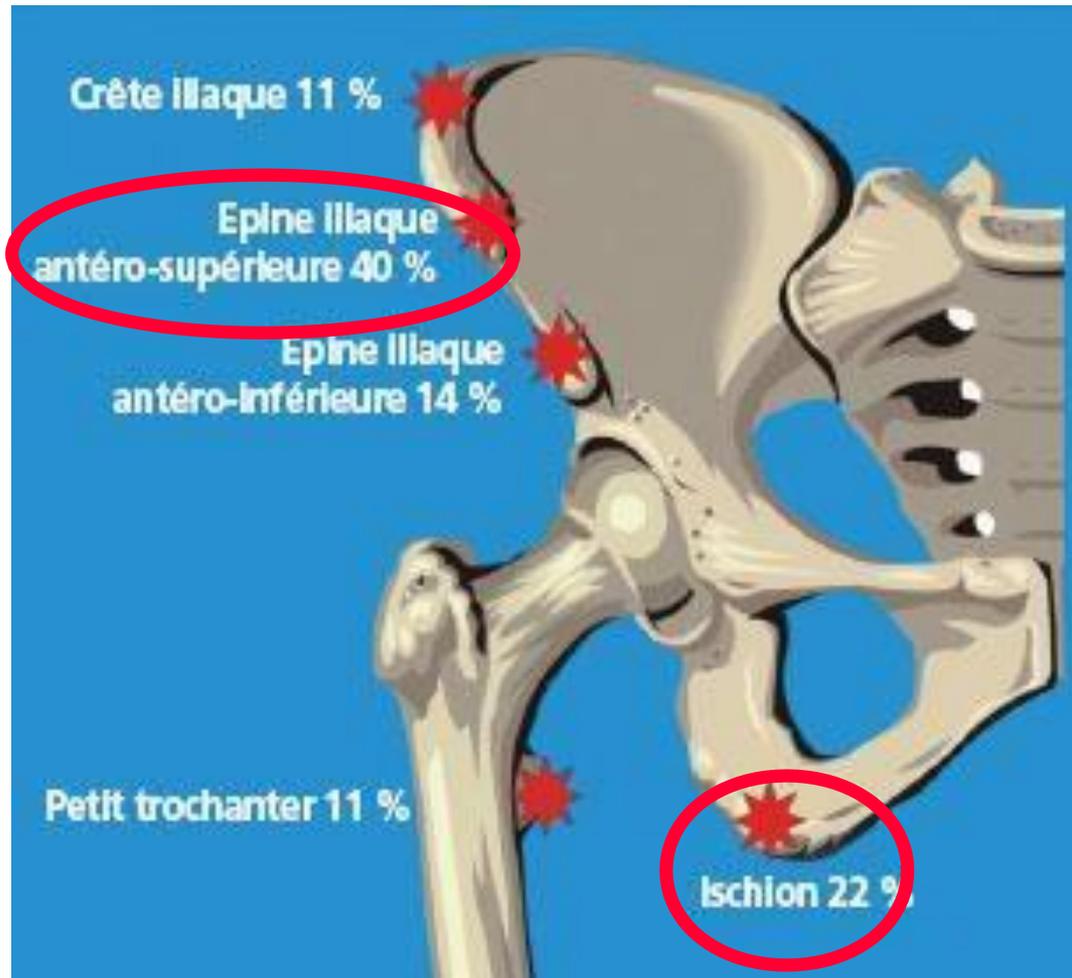
---

# Radiographies standards

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



# Radiographies standards



Arrachement apophysaire

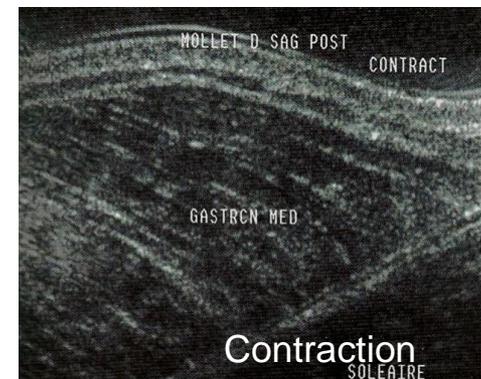
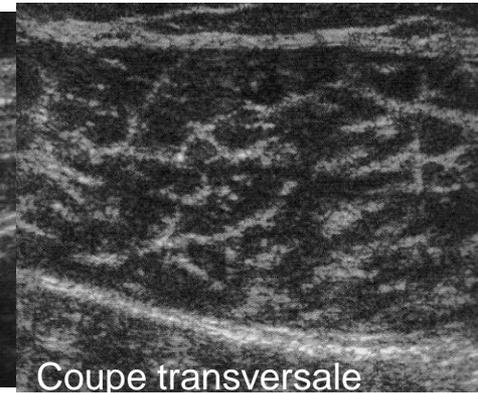
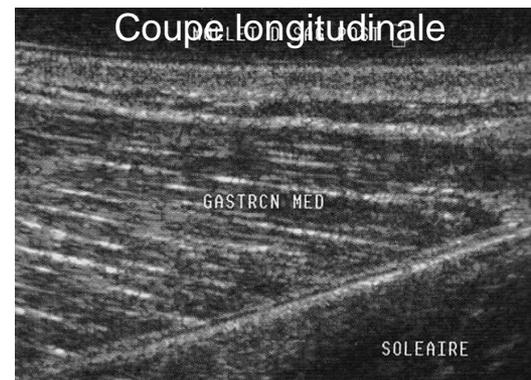
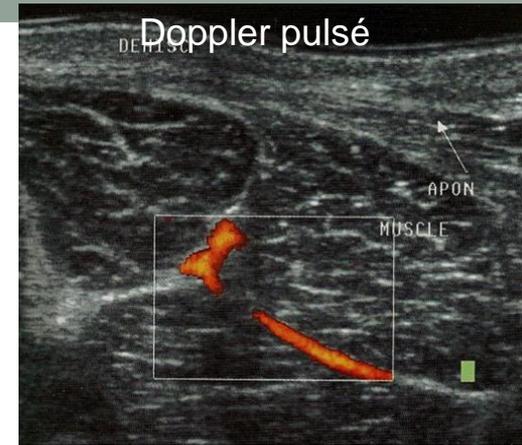
# Echographie

- 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 échoscopique
  - 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



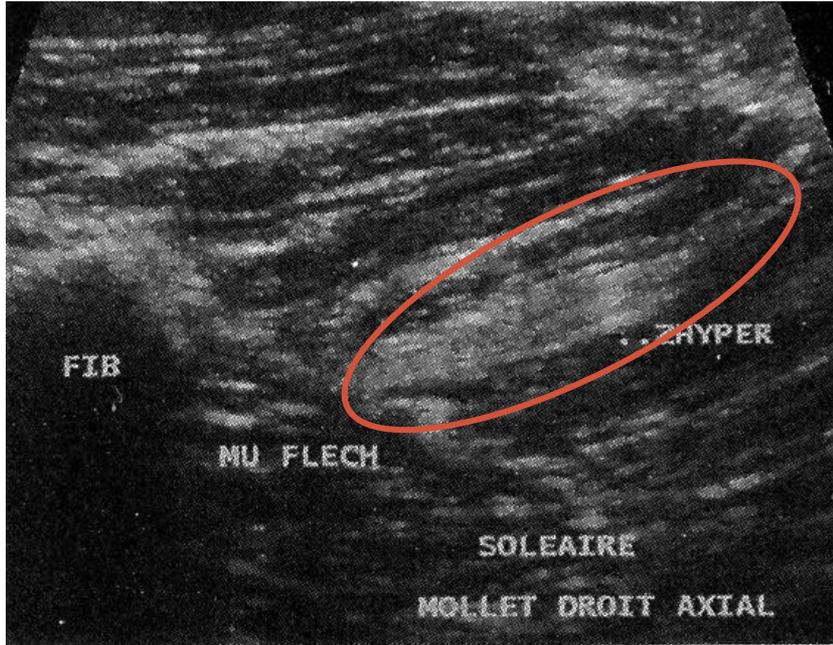
# Echographie : aspects pathologiques

Lésions intéressant uniquement les fibres musculaires :  
stade 0

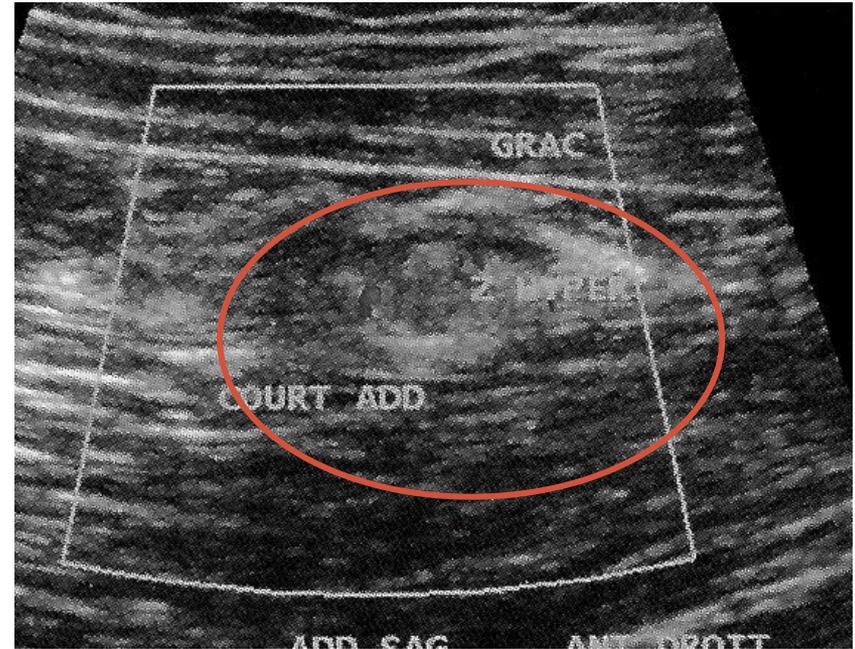


Stade 0 : muscle hyperéchogène

# Echographie : aspects pathologiques

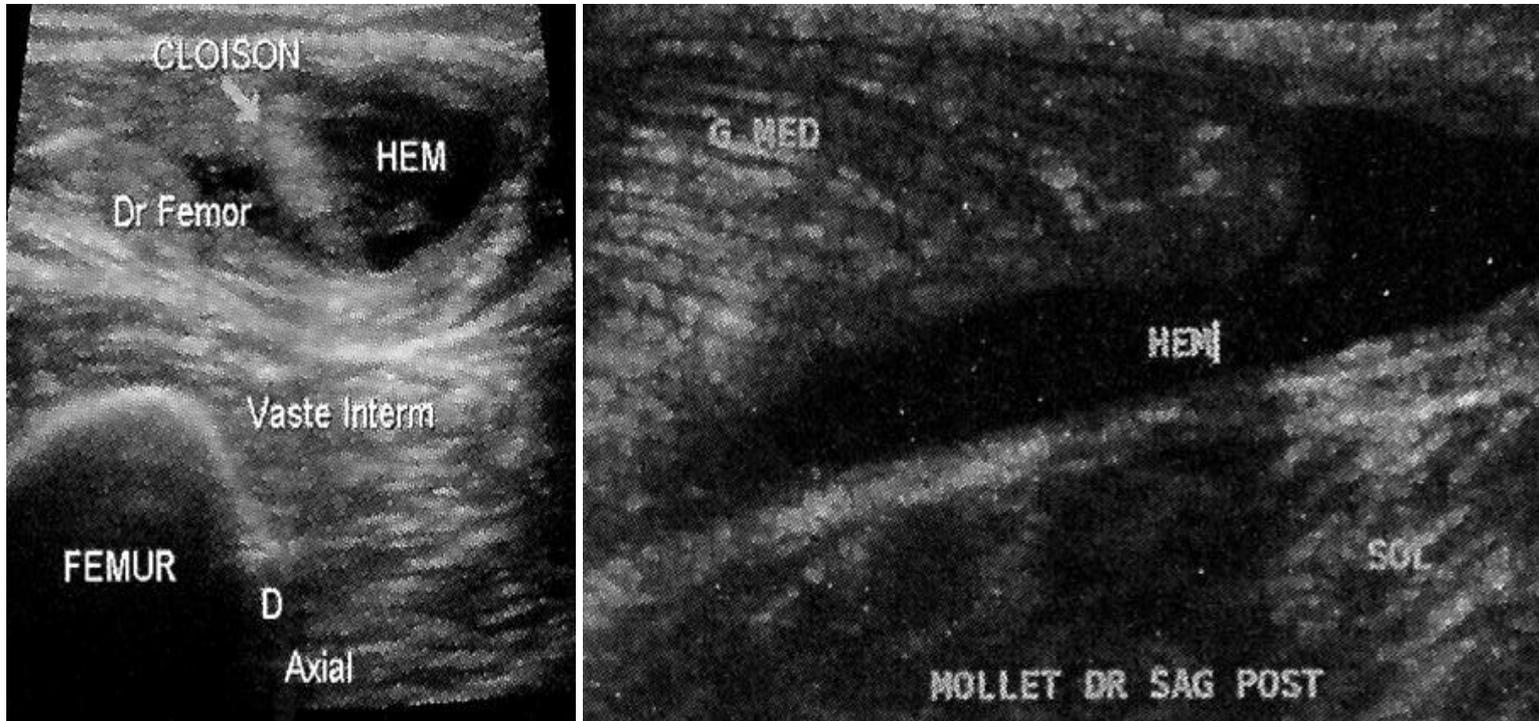


Stade I : nuage hyperéchogène intramusculaire sans désorganisation



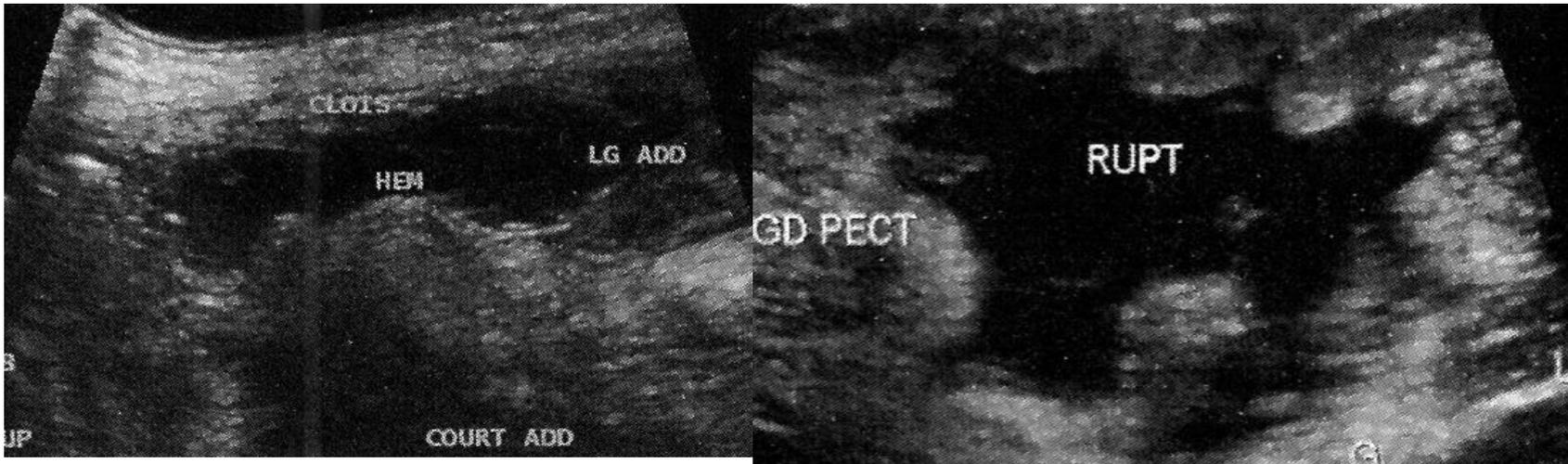
Stade II : hyperéchogène à contours flous. Désorganisation fasciculaire

# Echographie : aspects pathologiques



Stade 3 : décollement focal avec hématome

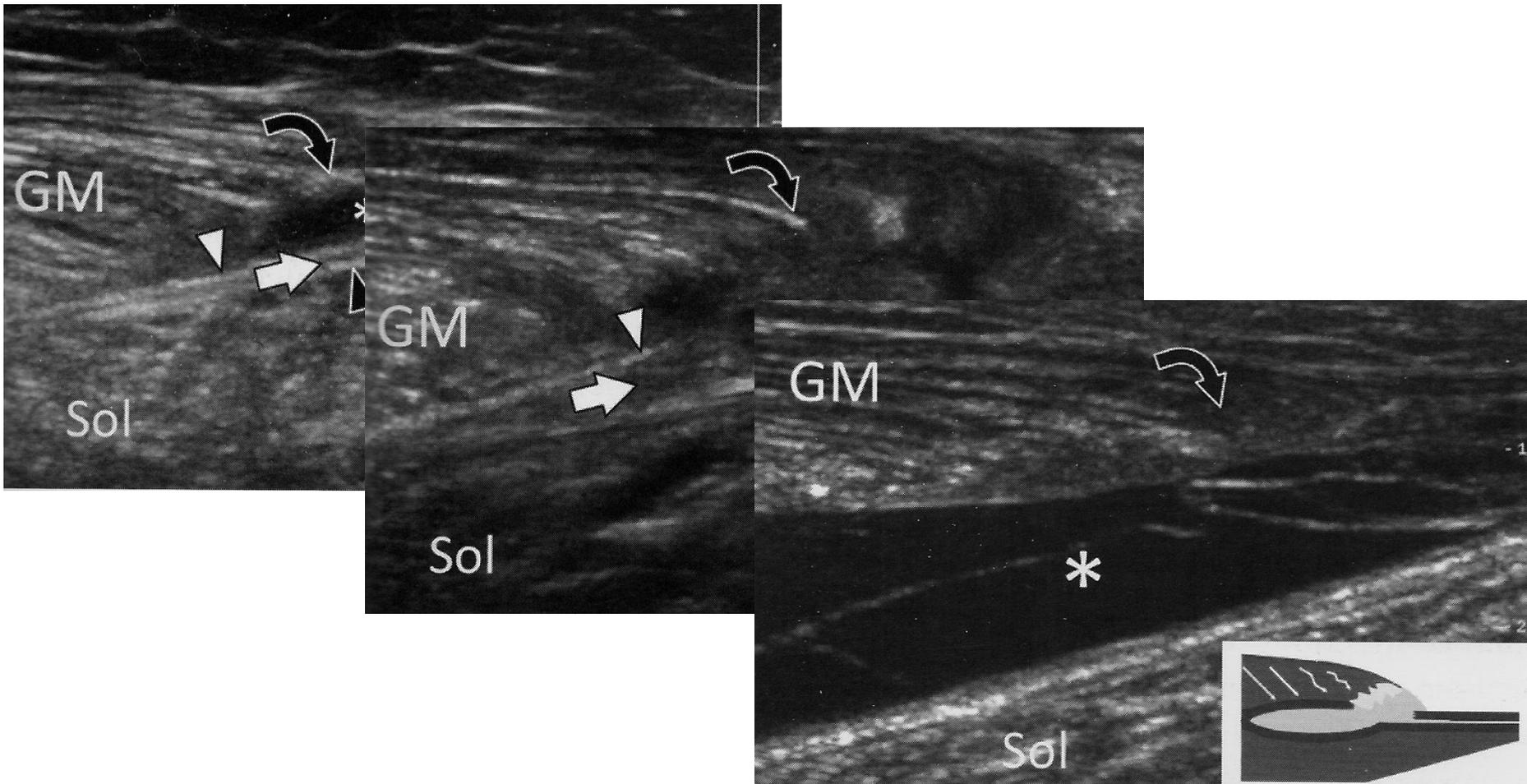
# Echographie : aspects pathologiques



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

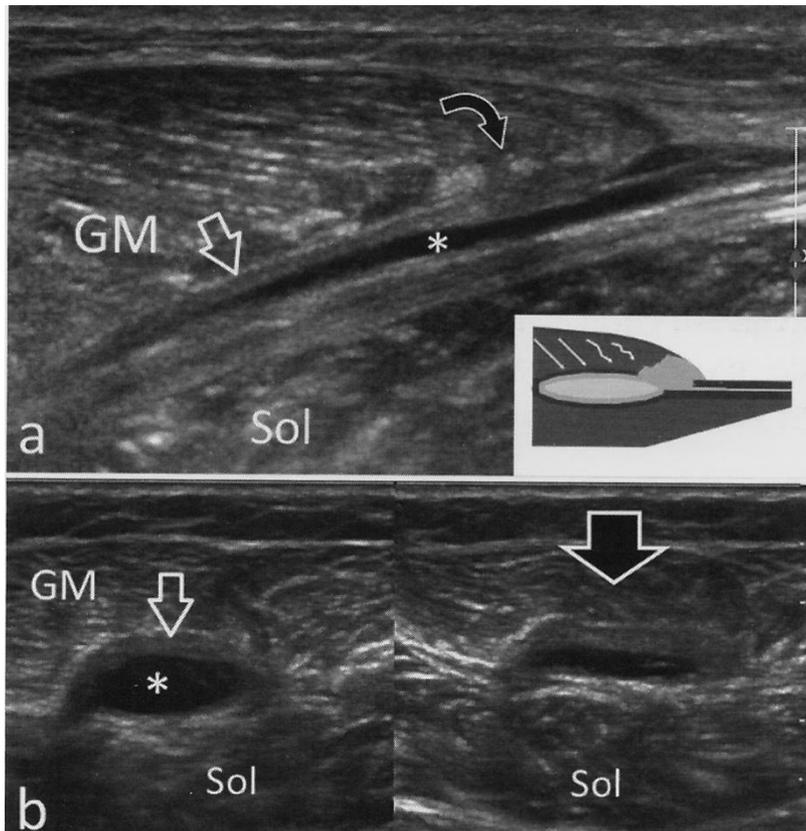
# Echographie : formes topographiques

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

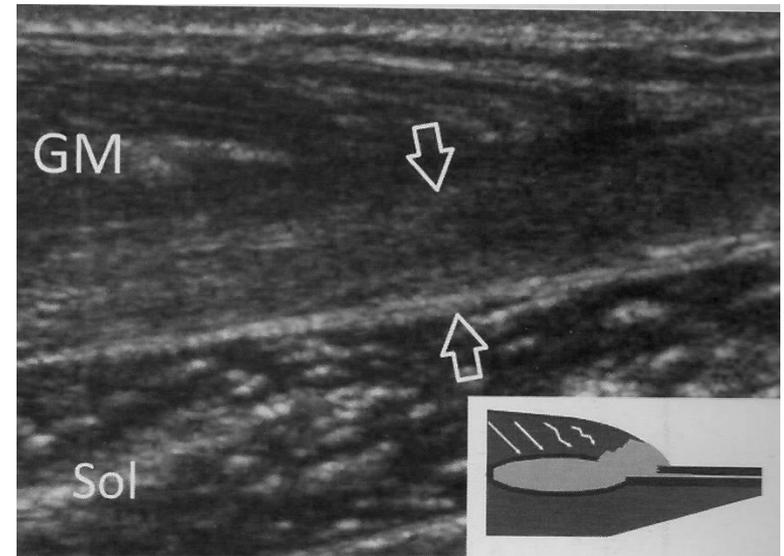


# Echographie : formes topographiques

Tennis leg : évolution



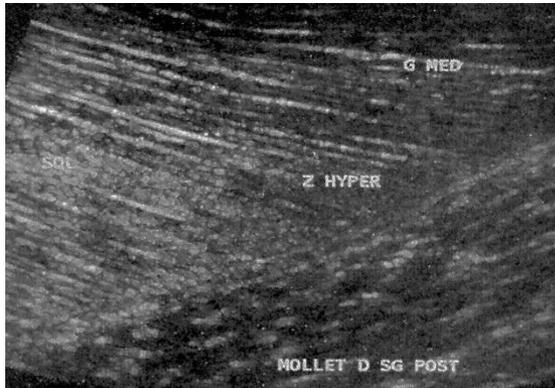
Organisation cicatricielle périphérique



Hématome organisé

# Echographie : *aspects pathologiques*

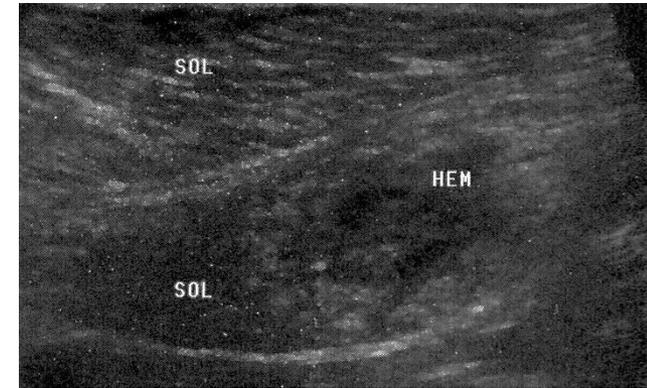
## Lésions extrinsèques (directes)



Lésion bénigne :  
Hyperéchogène  
Pas d'hématome



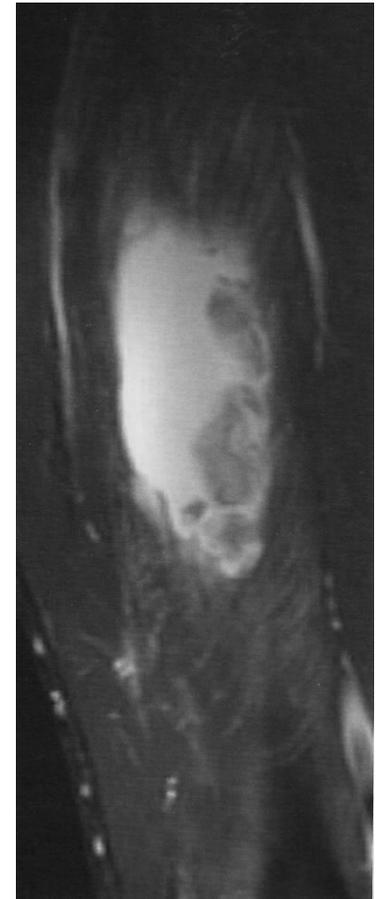
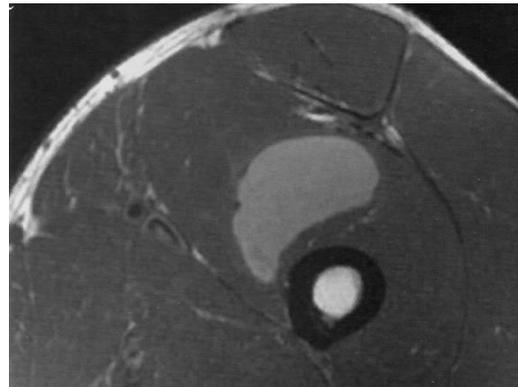
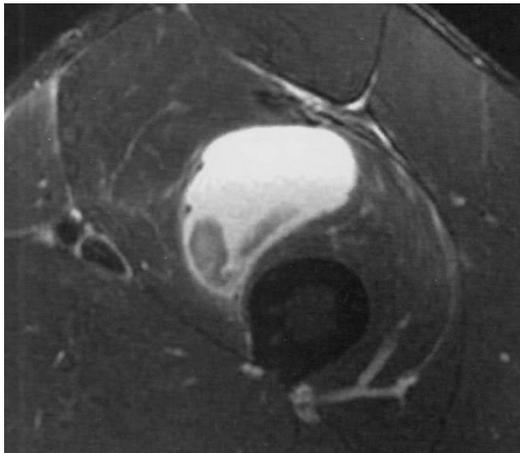
Lésion de gravité  
moyenne : Coulées  
hématisques non  
circonscrites  
< 50% fibres dans plan ax



Lésion de gravité  
moyenne :  
Hématome collecté  
> 50% fibres dans plan ax

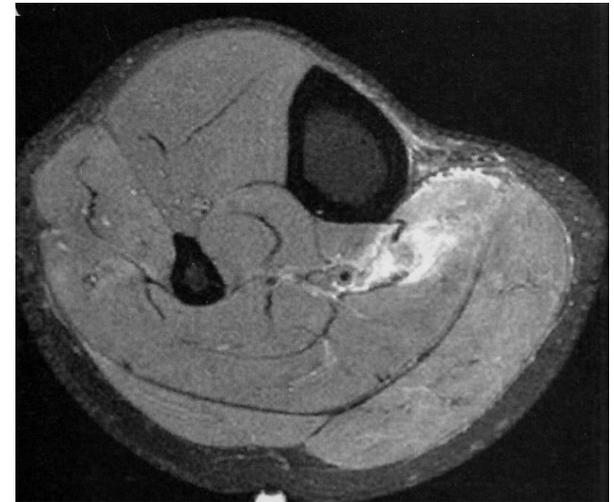
# IRM musculaire

- Moins opérateur dépendant
- **Aspect cartographique**
- Parfaitement reproductible : permet le suivi (haut niveau)
- **Sensibilité en contraste +++:** zones d'œdème ou de saignement grâce aux séquences avec saturation de la graisse



# IRM musculaire

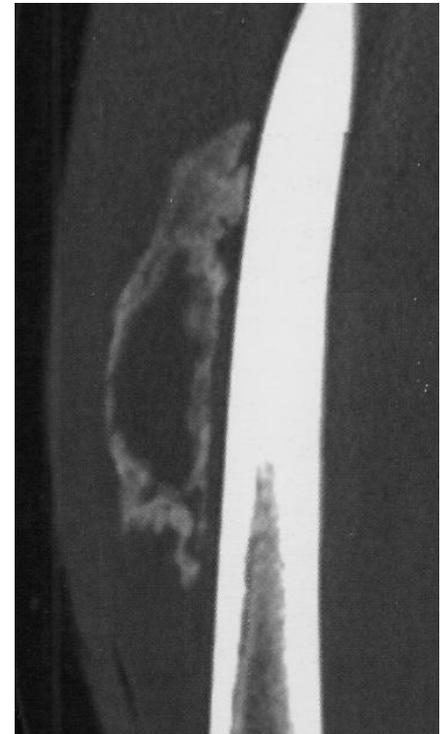
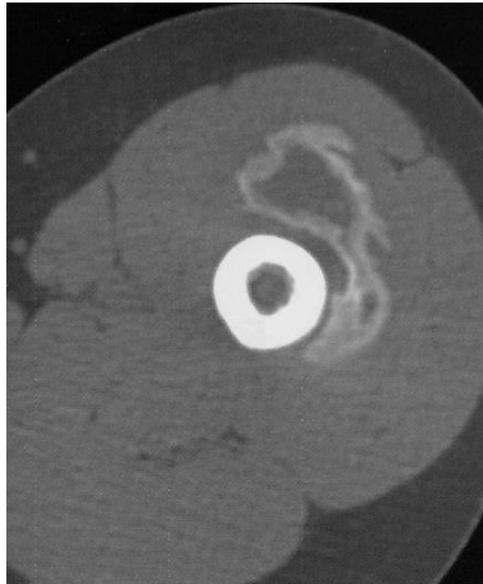
- Indications
  - Discordance écho-clinique
  - Lésion profonde d'accès difficile en échographie
  - Lésion récidivante
  - Sportif de haut niveau
- Inconvénients
  - Pas d'étude dynamique
  - Accessibilité aux machines
  - Coût



Muscle soléaire

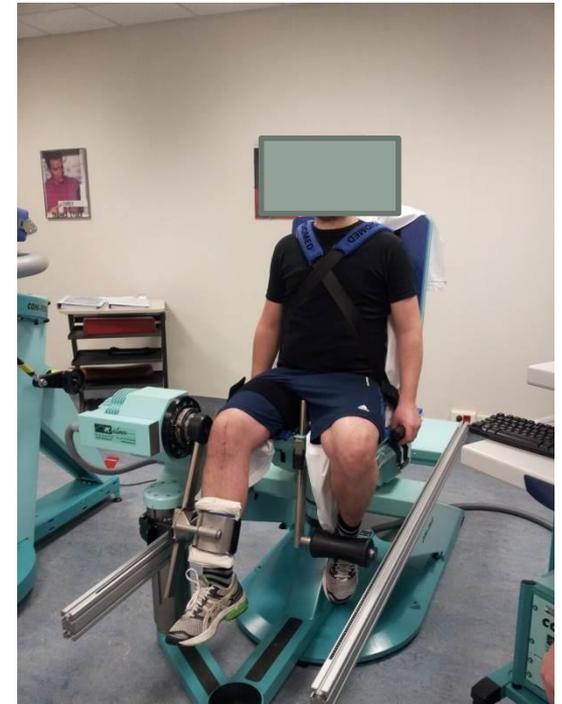
# Scanner

- 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+



# Isocinétisme

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

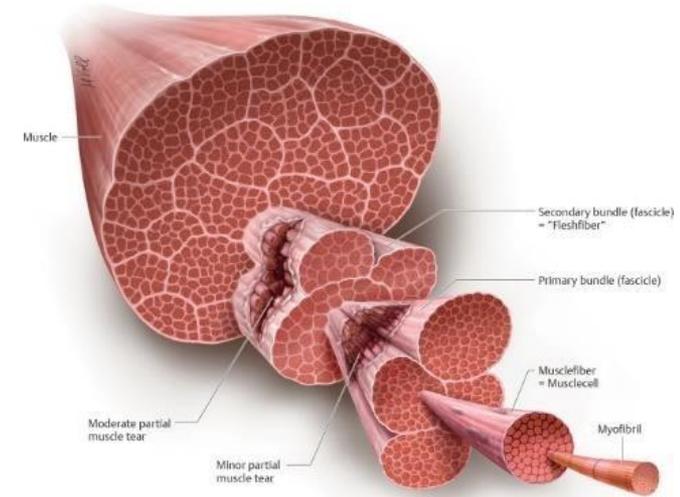


# TRAITEMENTS

---

# Objectifs

- Obtenir une **cicatrisation** de qualité
- Récupérer tissu musculo-aponévrotique, élastique, contractile & résistant
- Eviter la **chronicité**
- Diminuer le risque de **récidive**
- A décliner pour toute la population active.....



*Heiderscheit BC, Sherry MA, Silder A, Chumanov ES, Thelen DG. Hamstring strain injuries: recommendations for diagnosis, rehabilitation, and injury prevention. J Orthop Sports Phys Ther. 2010 Feb*

# Prise en charge en aigu

- Objectifs : gérer
  - L'hématome (ponction entre 4-10 jours si besoin)
  - L'oedème

P	Protection	Mise au repos du membre lésé pour prévenir toute récurrence (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. Etirements statiques et contractions isométriques à débiter 48 h après le traumatisme <sup>21</sup>
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

**Protocole POLICE**  
Dans les 48 premières heures

# Prise en charge en aigu

- Antalgiques I, II
- AINS illogiques au début
  - ↑hématome, ↓ processus réparation
  - 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*

*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*

- Cryothérapie
- Cryothérapie corps entier : n'a pas démontré son efficacité, que ce soit pour les DOMS ou pour les lésions musculaires de plus haut grade.

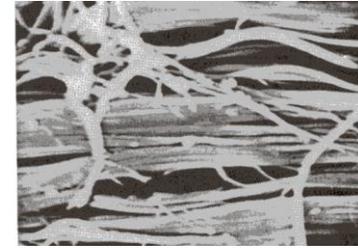
*Costello JT, Baker PR, Minett GM, . Cochrane review: whole-body cryotherapy (extreme cold air exposure) for preventing and treating muscle soreness after exercise in adults. J Evid-Based Med 2016*

- Kinesio Tape

*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.*

# Rééducation : principes

- Précoce
- Phase 1 : inflammation
  - Protection et optimal loading
- Phase 2 : réparation
  - Étirements passifs
    - Meilleure orientation des fibres musculaires
    - Éviter cicatrice fibreuse
    - Mobilisation, Ultrasons
- Phase 3 : remodelage
- Prévention : meilleur traitement



*Kennedy JC et al. JBJS 1976*



*Stimulation spécifique des fibres de type II (force) ou de type I (endurance)*

# Rééducation Phase 1 : inflammatoire J1-J5

P	<b>Protection</b> 1-5 days	Mise au repos du membre lésé (orthèse, cannes, écharpe, botte de marche) Prise en charge antalgique
OL	Optimal Loading	mise en charge progressive selon douleur Eviter décharge Intérêt du pas simulé/appui contact
I	<b>Ice</b> utilisation précoce de la cryothérapie ☑ hématome entre myofibres rompus, pas de modification sur la réparation <i>Deal DN, J Bone Joint Surg Am. 2002; Hurme TScand J Med Sci Sports.</i>	Cryothérapie locale précoce 20-30 minutes toutes les 3 in the first 72 hours
C	<b>Compression</b> Réduit flux sanguin intramusculaire vers la zone blessée/ Pas de preuve <i>Thorsson O, Med Sci Sports Exerc. Jarvinen 2005Thorsson O, Scand J Med Sci Sports. 1997</i>	Strapping, bas contention
E	<b>Elevation</b> l'élévation 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	Surélévation du membre atteint

Etude expérimentale rats plâtrés après blessure

- **Immobilisation during the immediate days postinjury (1-5 days) puis mobilisation**
- **protecting scar formation**
- **sufficient tensile strength to mobilisation.**

*Jarvinen 1993 The effects of early mobilisation and immobilisation on the healing process following muscle injuries. Sports Med 1993*

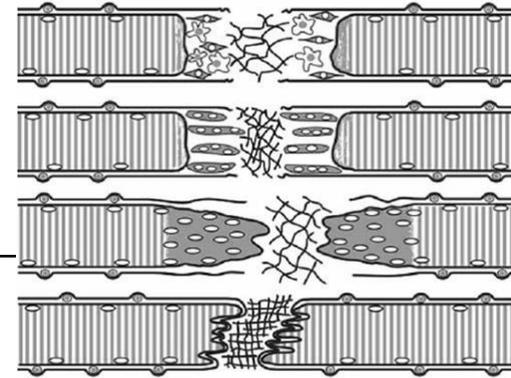


- **hématome musculaire** échographie J2 à J10 → ponctionné volume > 5 cm3
- supprimer la déhiscence des fibres musculaires freinant cicatrisation.

## 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



## **Intérêt Mobilisation J5**

→ Accélère résorption hématique détersion inflammatoire

- **réorganisation cicatricielle conjonctive et musculaire**
- **différenciation musculaire C satellite**
- **recrutement neuronal**
- **Angiogenèse** [apport sanguin zone lésée]

## Mobilisation

Recuperation des amplitudes articulaires pied cheville hanche rachis

### Exercices

- Initiés cadre schémas mouvement fonctionnels
-  **progressive allongement ischio-jambiers**

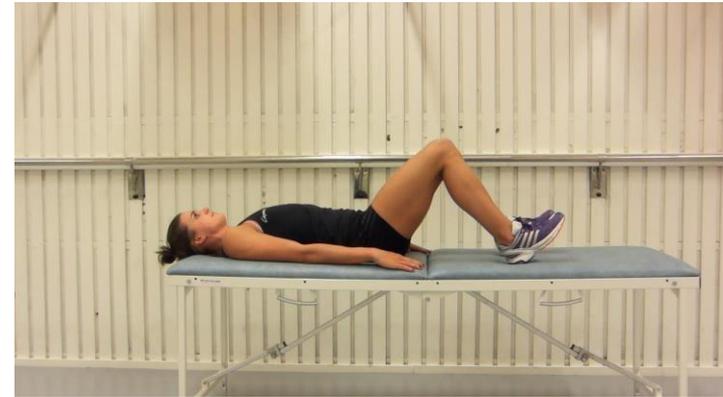
#### 1/ Ex d'équilibre/stabilisation du tronc

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



#### 2/ RM resistance training

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



### Phase de remodelage J21 – J30 maturation

Maturation tissu musculaire

Transformation myotubes en  
myofibrille (aspect strié)

- Réorganisation du tissu cicatriciel
- Régression collagène au profit des myofibrilles
- Synthèse collagène type IV et V
- Myofibrilles pénètrent la cicatrice fibreuse

### Après J30

Différenciation des néofibres  
(lentes/rapides)

- Propriétés d'élasticité
- Recrutement tissulaire neuronal (plaques motrices...)



Renforcement musculaire  
en excentrique

## → Amplitude de mouvement n'est plus limitée/remodelage

### Ex stabilisation tronc

+difficiles

☑ progressive vit/Int  
mvts plan transversal/  
asym Plan sagittal

### Exercice excentrique +++++

→ restaurer longueur optimale  
musculo-tendineuse pour une  
**tension active freinatrice  
maximale**

### Préparation a la reprise sportive

mvts + agressifs et spécifiques  
ausport



# Quels Types d'exercices ?

*Acute hamstring injuries in Swedish elite football: a prospective randomised controlled clinical trial comparing two rehabilitation protocols CM Askling BMJ 2013*

## Protocole de rééducation débute à J5.

5 football players acute hamstring injury, verified by MRI lesions Grade 1/2  
-37 protocol lengthening exercises, → **L- contraction ischio-jambiers lors d'un allongement actifs /actions musculaires excentriques/ hanche genou/ ex dynamiques mobilisation dynamique**  
/38 players conventional exercises, C-protocol.



*Time to return was significantly shorter for the players in the L-protocol, mean 28 days (1SD±15, range 8–58 days), compared with the C-protocol, mean 51 days (1SD±21, range 12–94 days).*

# Retour au sport / prevention

→ Decision de retour au sport. Entraînement spécifique



*Efficacy of the FIFA 11+ Injury Prevention Program in the Collegiate Male Soccer Player Am J Sports Med. 2015*

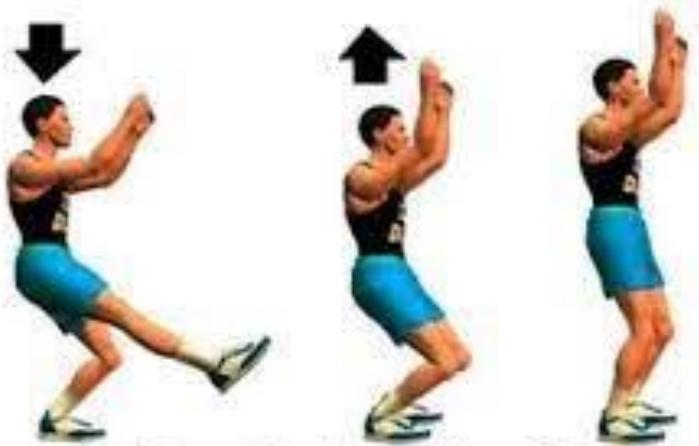
-FIFA 11+ significantly reduced injury rates by 46.1% and decreased time loss to injury by 28.6% in the competitive male collegiate soccer player (rate ratio, 0.54 [95% CI,0.49-0.59];  $P < .0001$ ) (number needed to treat = 2.64).

*Injury prevention in athletics: Scientific approach by applying the four-step van Mechelen model Journal de Traumatologie du Sport March 2016,*

*P. Edouard Hamstring Strains: Basic Science and Clinical Research Applications for Preventing the Recurrent Injury MA. Sherry, Strength and Conditioning Journal 2011*

# Traitement préventif

- Exercices excentriques : protocole de Stanish



Descente sur une jambe (excentrique) montée sur 2 jambes (concentrique)

*Stanish WD et al. Clin Sports Med 1985*



Fig. 2 : Renforcement excentrique mollet

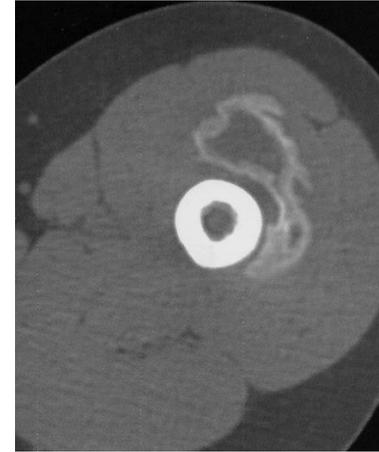
# Critères de reprise

- Critères de reprise
  - Données cliniques
  - **Etirements et tests isométriques (3 courses) indolores**
  - Tests excentriques si possible
  - Bilan isocinétiques quasi normaux (même si amyotrophie)
  - Douleur modérée à la palpation tolérée
- Grade 0 et 1: dès que la symptomatologie a disparu
- grade 2 : footing à 10 jours, sprint à 3 semaines
- Grade 3 : sprint et saut à 6 semaines
- Grade 4 : idem et fonction du traitement chirurgical

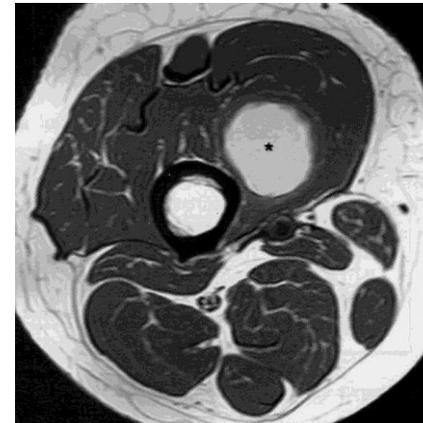
	Repos et antalgie	Modelage musculaire	Renforcement musculaire	Reprise de l'entraînement
Stade 2	J2-J3	J4 à J7	J8 à J13	<b>J14 à J20</b>
Stade 3	J3 à J7	J8 à J15-21	J15-21 à J30	<b>J 45</b>
Stade 4	J7 à J10	J11 à J30	Sem 4 à Sem 6	<b>J 90</b>

# Traitement chirurgical

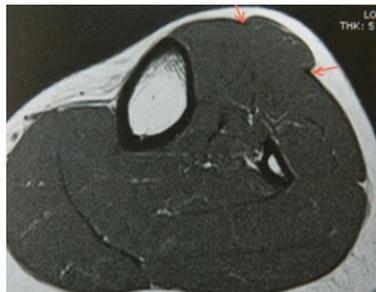
- Accidents **aigus**
  - Désinsertions complètes
  - Ruptures totales ou subtotaales
  - Hématomes n'ayant pas répondu au traitement médical
- Lésions chroniques, séquelles
  - Hématome ossifiants
  - Pseudokystes



Calcifications ou ossifications intra-musculaires



Hématome calcifié



Hernie musculaire

# MÉDECINE RÉGÉNÉRATIVE

---

PRP

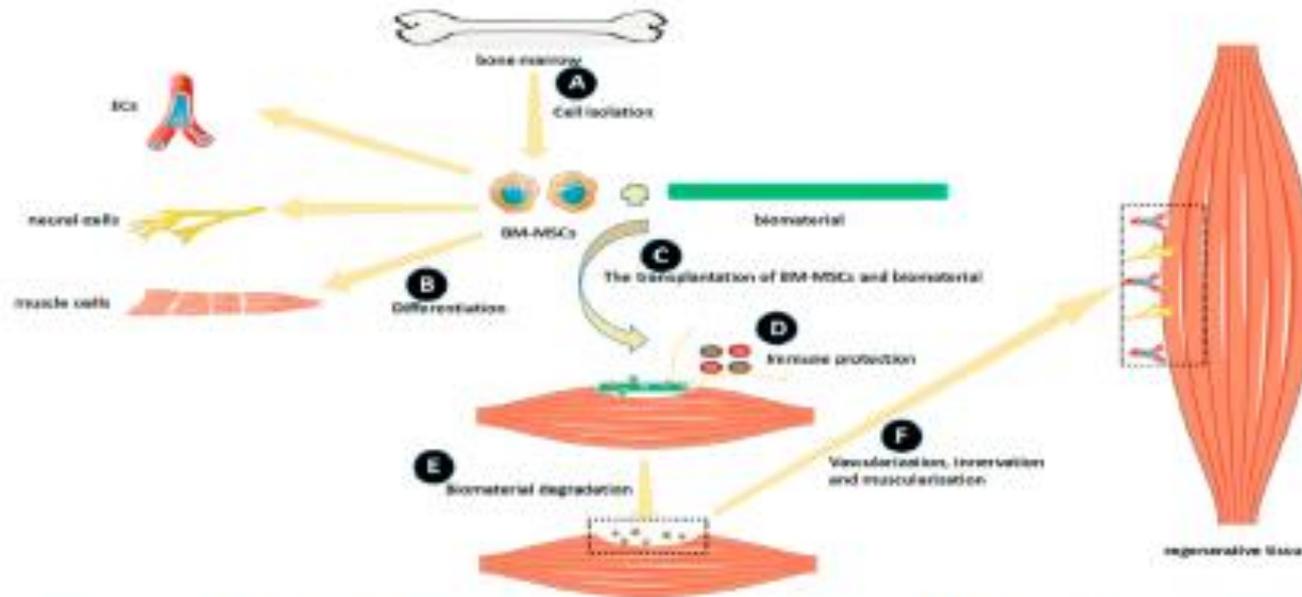
Cellules souches

# Cellules souches : régénération musculaire

- Bone marrow mesenchymal stem cells (BM-MSCs)

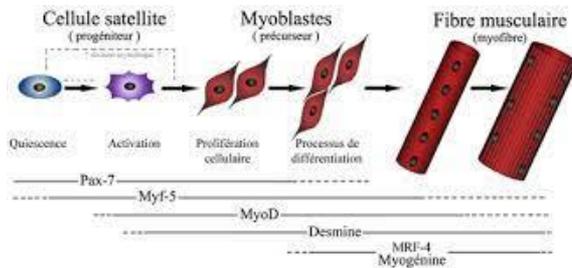
Y.-A. Wang, D.-z. Wang, Y.-c. Gao et al

Regenerative Therapy 15 (2020) 285–294



**Fig 1.** The application of BM-MSCs and biomaterials will be an important tissue engineering strategy in the future. (A) BM-MSCs are isolated from bone marrow. (B) BM-MSCs have ability to differentiate into many kinds of cells, like ECs, neural cells and muscle cells. (C) Scientists have tried to transplant BM-MSCs and biomaterials together into injured muscles. (D) Biomaterials are able to protect BM-MSCs from the immune system. (E) After the degradation of biomaterials, BM-MSCs continue to differentiate at injured sites. (F) The processes of vascularization, innervation and muscularization are activated to form regenerative tissues.

## 2. Cellules souches

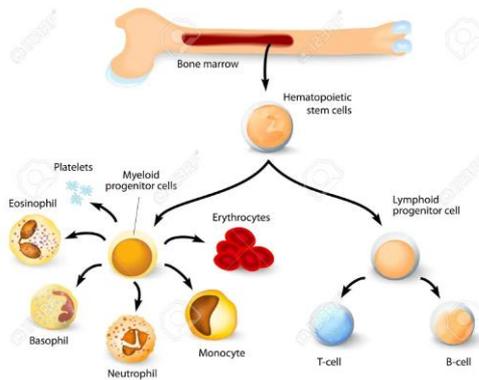


### Cellules satellites

Effet limités in vitro :

- Grande hétérogénéité
- Faible quantité
- Perte du potentiel de différenciation myogénique

*Biressi S, Rando TA. Heterogeneity in the muscle satellite cell population. Semin Cell Dev Biol 2010;21(8):845e54.*



### Cellules souches hématopoïétiques : pluripotentes

- Capacité de différenciation
- Myogénique, neurogénique, angiogénique

### Biomatériel

- Filier les défauts tissulaires
- Protéger les cellules souches du système immunitaire

# Conclusions

- Lésions extrinsèques et intrinsèques
- Diagnostic précoce lésionnel
  - Bilan clinique
  - Intérêt de l'échographie
- Respect de l'inflammation++
- Rééducation indispensable
- Médecine régénérative
  - PRP
  - Cellules souches

# Lésions musculaires

---

**Pr Marie-Eve Isner-Horobeti<sup>1</sup>**

Dr Marie-Martine Colau-Lefèvre <sup>2</sup>

1. Pôle de Médecine Physique et de Réadaptation

Institut Universitaire de Réadaptation Clémenceau (IURC), Strasbourg

UR3072 : muscle , mitochondries et stress oxydant

2. Department de Médecine Physique et de Réadaptation

Hôpital Cochin (AP-HP), Paris

INSERM U1153



*Site Strasbourg*



*Site Illkirch*