



Lésions musculaires

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



Site Strasbourg



Site Illkirch



Mécanismes et Classification



Mécanismes

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

Mécanismes

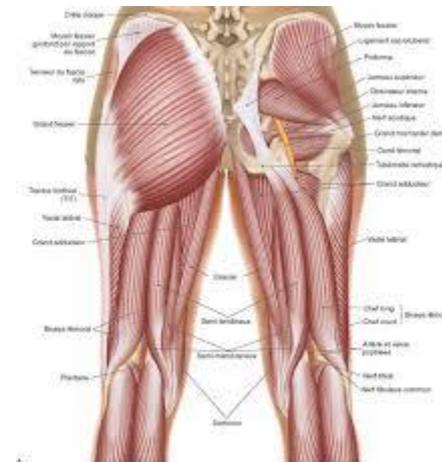
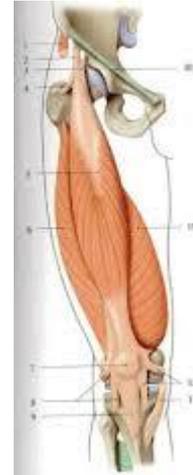
Lésions intrinsèques : facteurs favorisants

- 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



Mécanismes

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

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

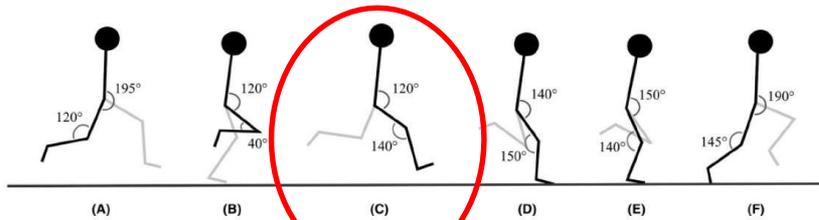
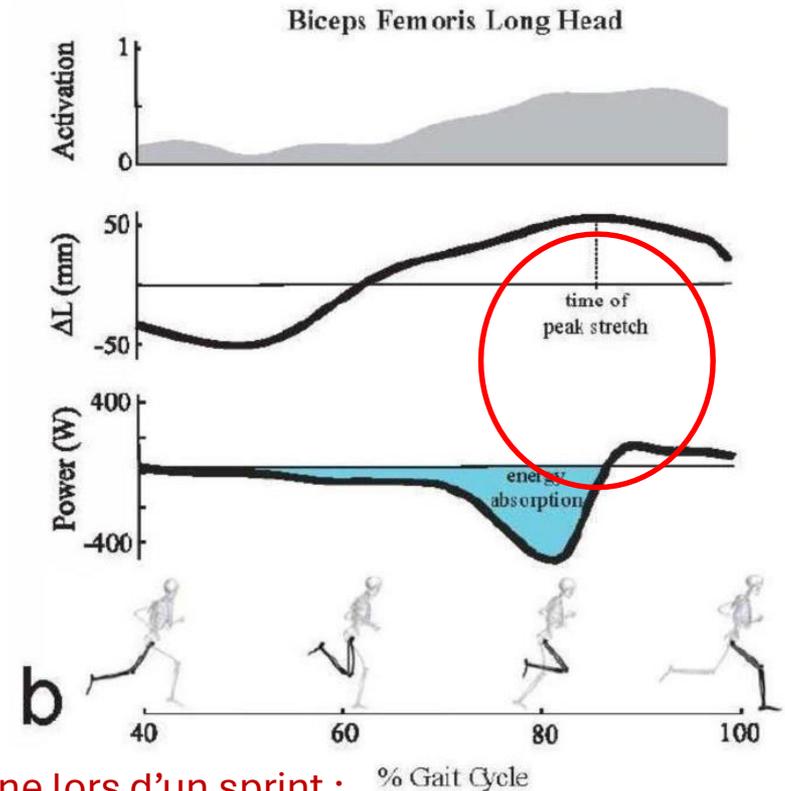


FIGURE 1 The sprinting gait cycle. (A) Early swing (B) Mid-swing (C) Late swing (D) Early stance/foot strike (E) Mid-stance (F) Late stance/toe-off^{25,26}



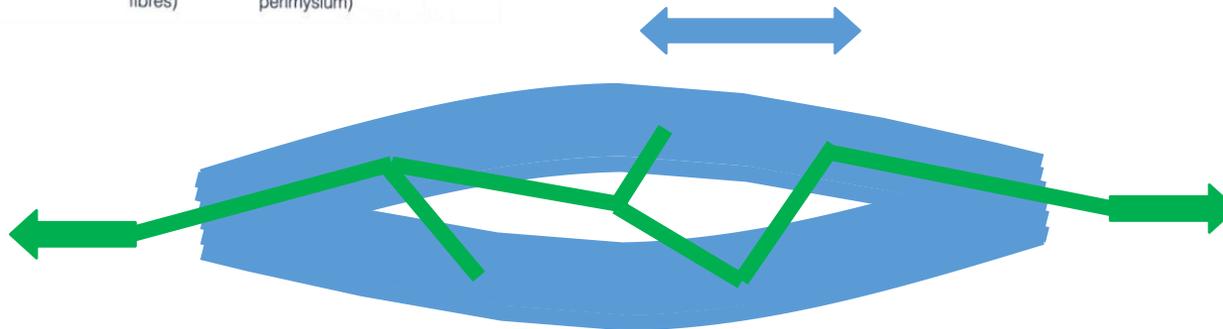
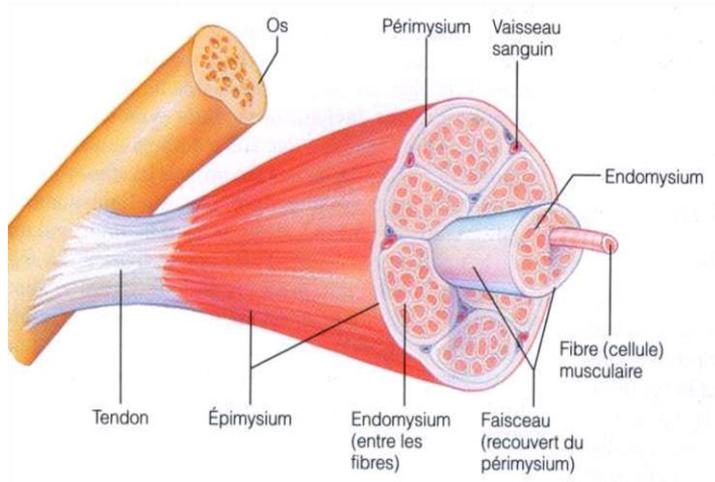
**Excentrique :
running time**



Fin de phase aérienne lors d'un sprint : % Gait Cycle

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

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 fibres musculaires Tissu conjonctif de soutien =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 irréversible de nombreuses fibres musculaires Atteinte ++ du tissu conjonctif 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.*

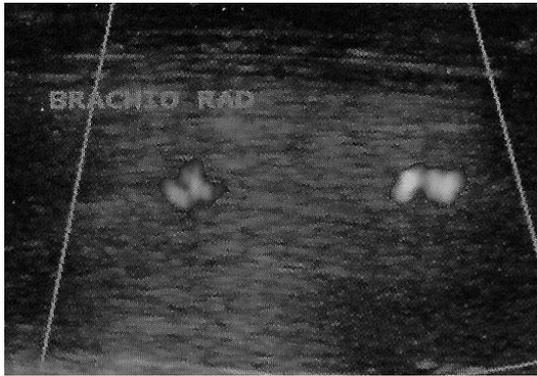
Classification échographique

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

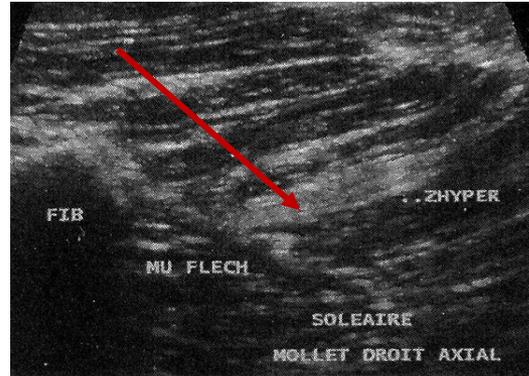
Grade	Terme clinique couramment utilisé	Apparence histologique	Apparence échographique
Grade 0	«Courbature»	Atteinte réversible de la fibre musculaire. Pas d'atteinte du tissu conjonctif de soutien	Aspect hyperéchogène global de la loge musculaire
Grade 1	«Contracture»	Atteinte irréversible de la fibre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

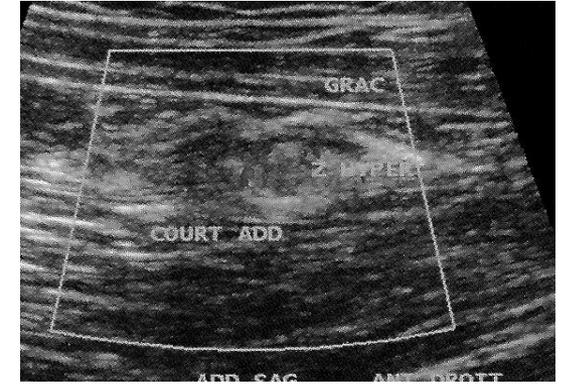
Classification échographique



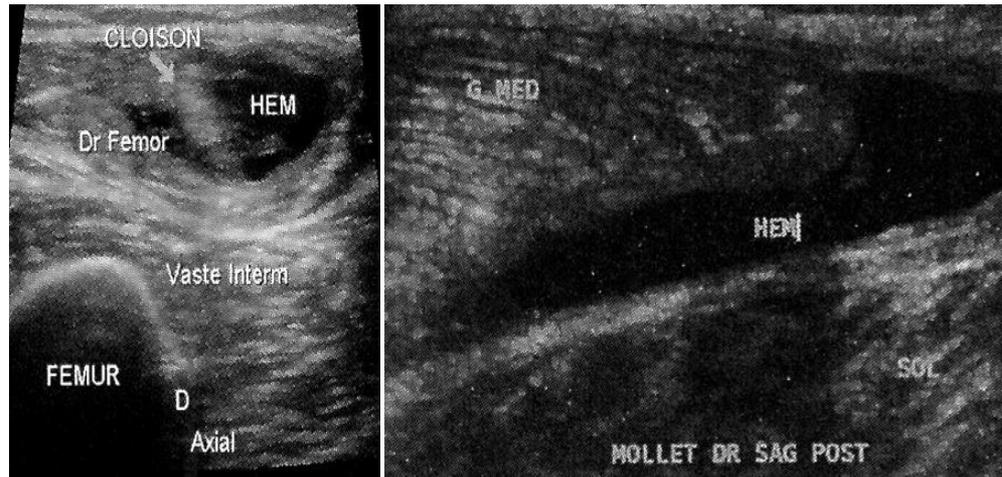
Grade 0 : muscle hyperéchogène



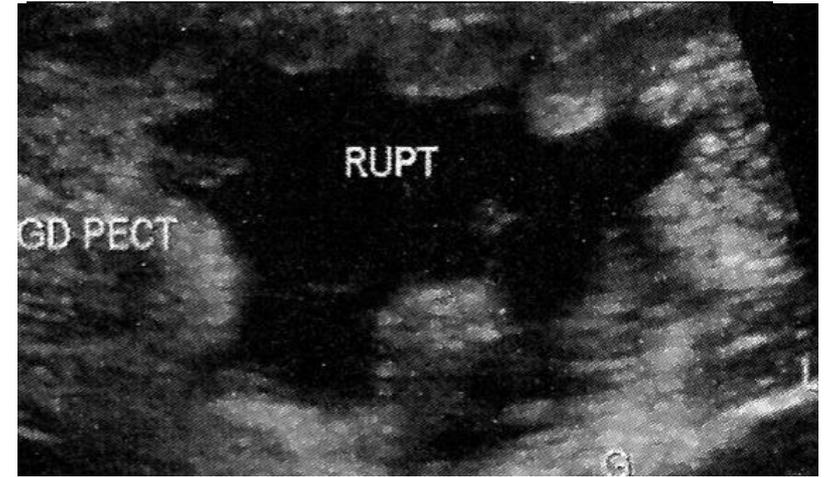
Grade 1: zones hyperechogènes intra-musculaire sans désorganisation



Grade 2 : zones hyperéchogènes à contours flous. Désorganisation fasciculaire



Grade 3 : claquage, décollement focal avec hématome



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

Qu'attend le patient/sportif de ces classifications ?

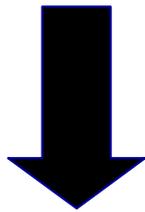


Docteur ,
c'est grave ?



Qu'attend le patient/sportif de ces classifications ?

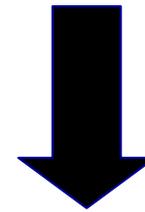
PAS GRAVE



Contracture, élongation

Grades 0 - 1

GRAVE



Claquage, déchirure

Grades 2 - 3

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

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

Eggleston L, McMeniman M, Engstrom C. High-grade intramuscular tendon disruption in acute hamstring injury and return to play in Australian Football players. *Scand J Med Sci Sports*. 2020

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
- Etirements : course interne, moyenne, externe
- Tests isométriques :
 - Course interne, moyenne, externe
 - Degré de gravité : interne > externe dans les 3 courses



Taking off shoes test

- Examen neurologique et vasculaire
 - Diagnostic différentiel et complications

Diagnostic : clinique++

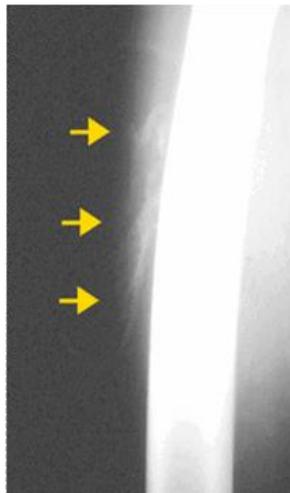
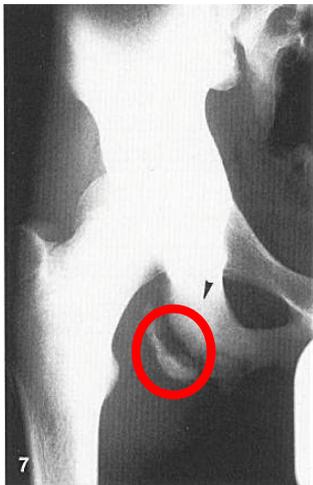
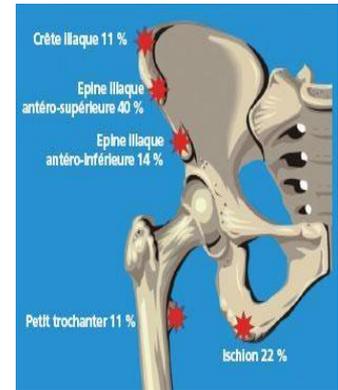
Grades	Douleur	Inspection	Palpation	Etirements	Tests isométriques
1-2	Modérée à intense Poursuite de l'effort possible	Normale	Douleur, contracture	Peu perturbés	Pas de déficit
3	Brutale, intense, claquement Arrêt de l'effort	Ecchymose retardée	Douleur vive, exquise, étendue, ballotement musculaire diminué	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 , empâtement, ballotement aboli	Douloureux dans les 3 courses	Contractions isométriques: douloureuses et déficitaires

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

- Gold standard

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



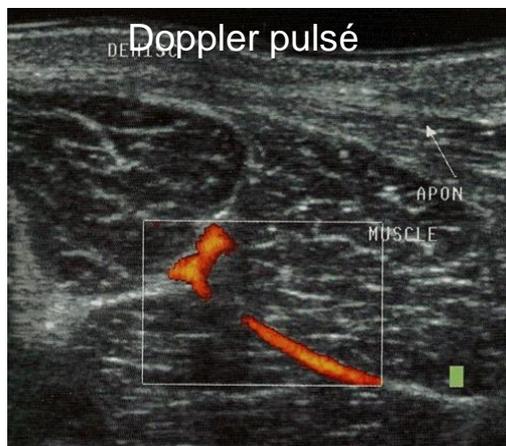
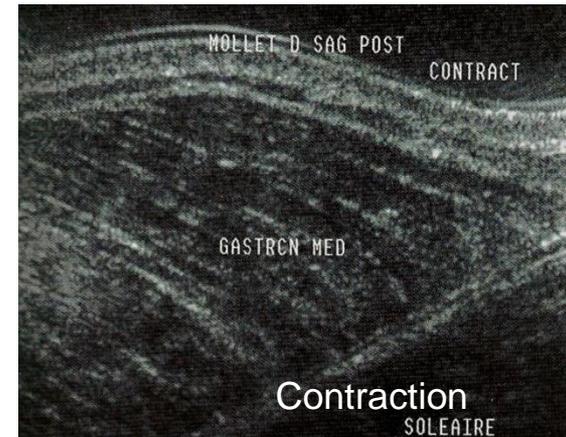
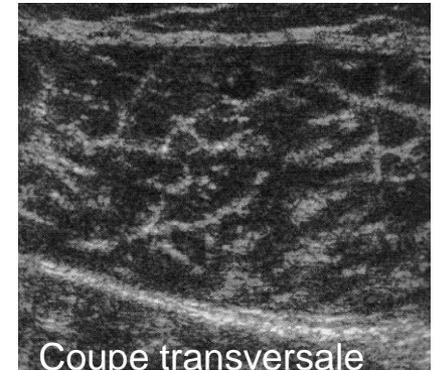
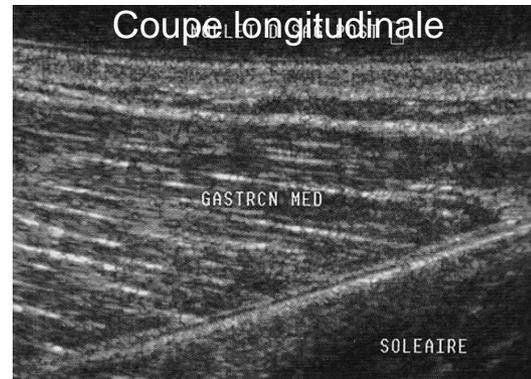
- Quand ?

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



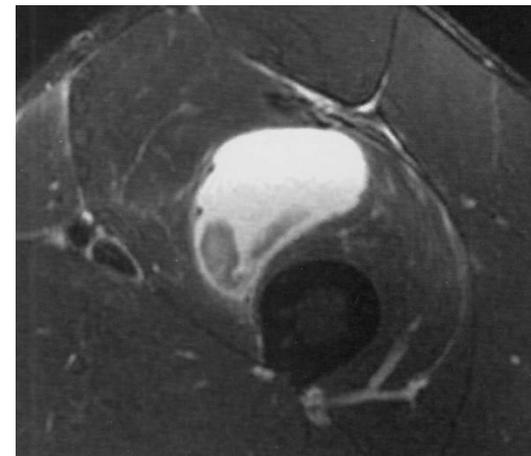
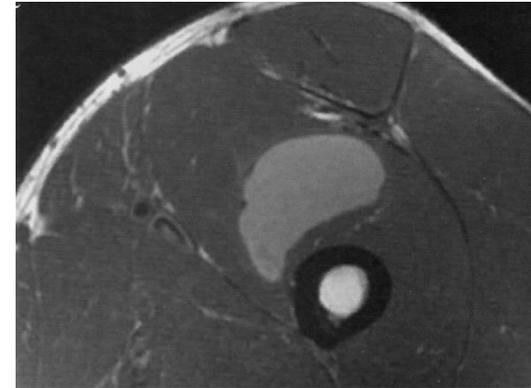
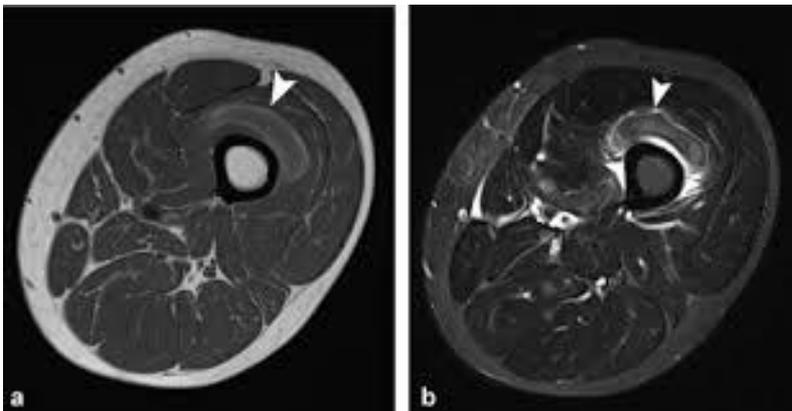
Echographie

- 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



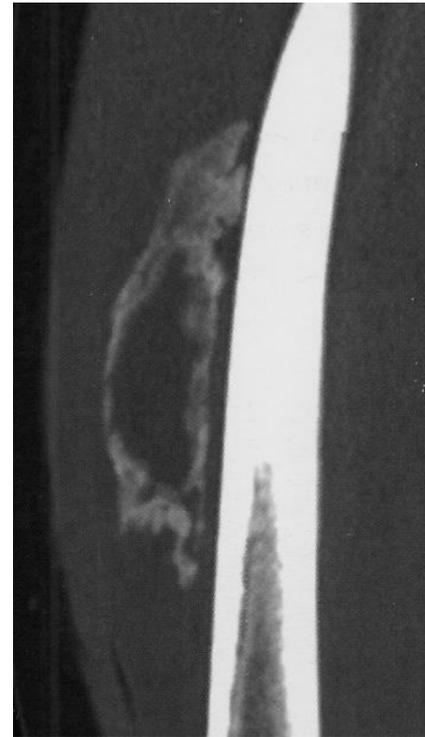
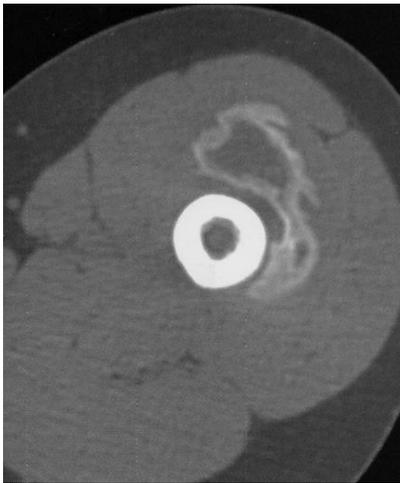
IRM musculaire

- Aspect cartographique
- Parfaitement reproductible : permet le suivi (haut niveau)
- Sensibilité en contraste +++: œdème ou saignement grâce aux séquences avec saturation de la graisse
- Coût, accessibilité



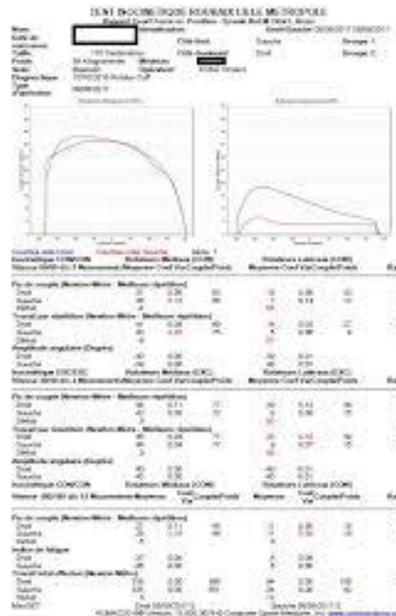
Scanner

- **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+



Isocinétisme

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



Prise en charge



Objectifs

- Obtenir une **cicatrisation** de qualité
- Récupérer tissu musculo-aponévrotique
 - Elastique, contractile et résistant
- Eviter la **chronicité**
- Diminuer le risque de **récidive**



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 ²¹
I	Ice	Cryothérapie locale précoce, 20-30 minutes toutes les 3 heures
C	Compression	Strapage 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



Mackey AL et al. Rehabilitation of muscle after injury – the role of anti-inflammatory drugs. Scand J Med Sci Sports 2012.

- 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, 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.

Dos Santos Haupenthal DP et al. Effets of cryotherapy on the regeneration process and muscular mechanical properties after lacerative injury model. Scand J Med Sci Sports. 2021



Rééducation **Phase 1** : inflammatoire J1-J5

P	Protection 1-5 jours	Décharge 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	Ice 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 min toutes les 3 pdt les 72h
C	Compression 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	Elevation 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	Surélévation du membre atteint

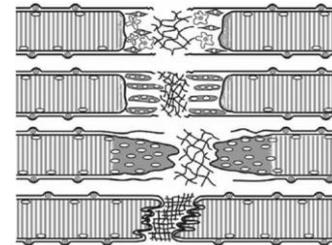
Immobilisation 1-5 jours post traumatique puis mobilisation



Rééducation **Phase 2** : réparation J3-J14

Phase de réparation J3 – J14 phase proliférative

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none">▪ Activation des cellules satellites de réserve myogéniques▪ prolifération des myoblastes▪ Alignement myoblastes en myotube | <ul style="list-style-type: none">▪ Synthèse du tissu cicatriciel collagène type III (réticulé)▪ collagène type I (fibrillaire plus épais)• Capillaires |
|---|---|



Intérêt Mobilisation J5

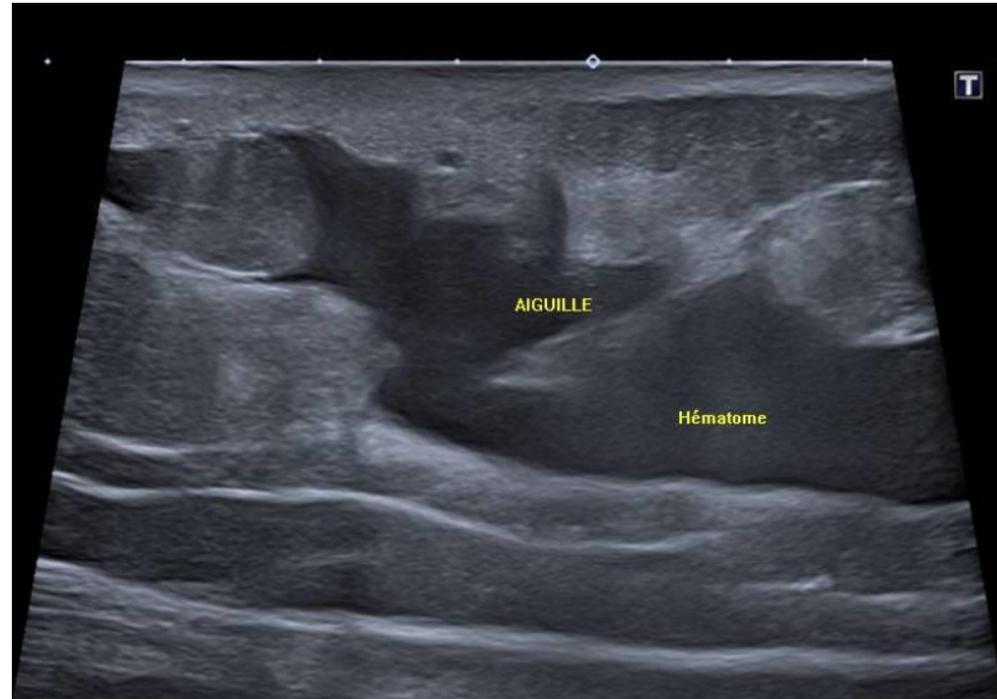
→ Accélère résorption hématique détercion inflammatoire

- Réorganisation cicatricielle conjonctive et musculaire
- Différenciation musculaire C satellite
- Recrutement neuronal
- Angiogenèse [apport sanguin zone lésée]



Kennedy JC et al. JBJS 1976

Gérer l'hématome



Hématome musculaire échographie J2 à J10 → ponctionné volume > 5 cm³

Rééducation **Phase 2** : réparation J5 → J21/J30

- **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



Rééducation **Phase 3** : réparation J21/J30

- **Amplitude de mouvement n'est plus limitée/remodelage**

Phase de remodelage J21 – J30 maturation	
Maturation tissu musculaire Transformation myotubes en myofibrille (aspect strié)	<ul style="list-style-type: none">▪ 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)	<ul style="list-style-type: none">▪ Propriétés d'élasticité▪ Recrutement tissulaire neuronal (plaques motrices...)

Rééducation **Phase 3** : réparation J21/J30

- **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

Isner-Horobeti et al. Eccentric exercise training: modalities, applications and perspectives. Sports Med 2013.
- **Préparation à la reprise sportive**
 - Mouvements plus intenses et spécifiques au sport



Rééducation **Phase 3** : réparation J21/J30

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

Carl M Askling.^{1,2} Magnus Tenover.³ Alf Thorstensson¹ *Br J Sports Med* 2013;47:953–959

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.



Protocole L : (38)
Renforcement en étirements



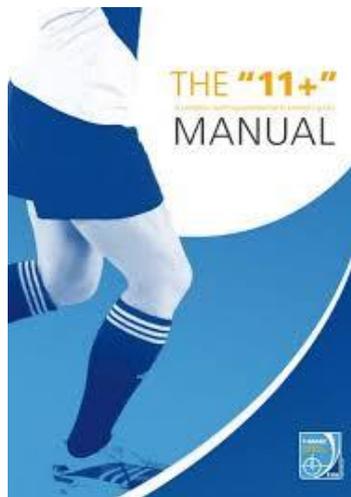
Protocole C : (37)
Protocole classique

Délai de reprise significativement plus court pour les joueurs du protocole L, 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).

Décision 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+ : ↓ taux de blessures de 46,1 % et de de 28,6 % temps perdu pour cause de blessure chez les footballeurs universitaires masculins (ratio de taux, 0,54 [IC 95 %, 0,49-0,59] ; P < 0,0001)



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



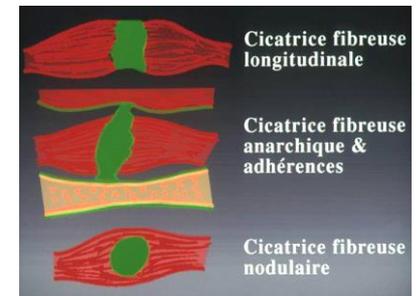
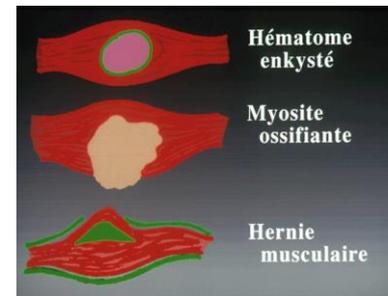
Critères de reprise

- **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

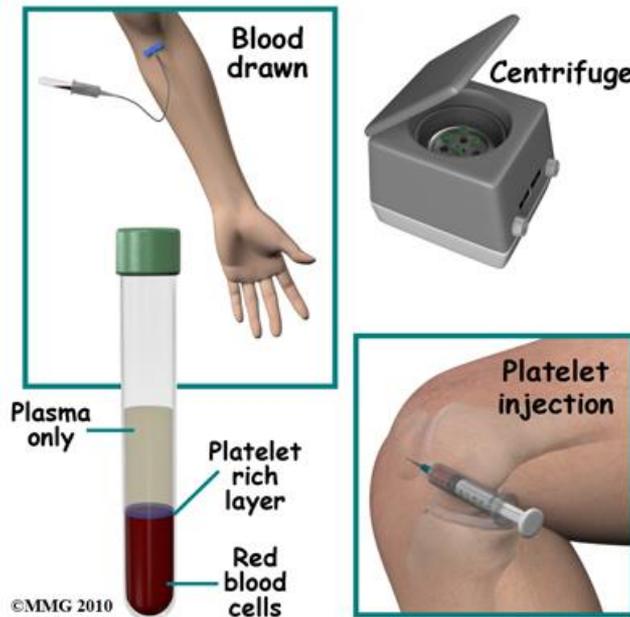
Evolution

- 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

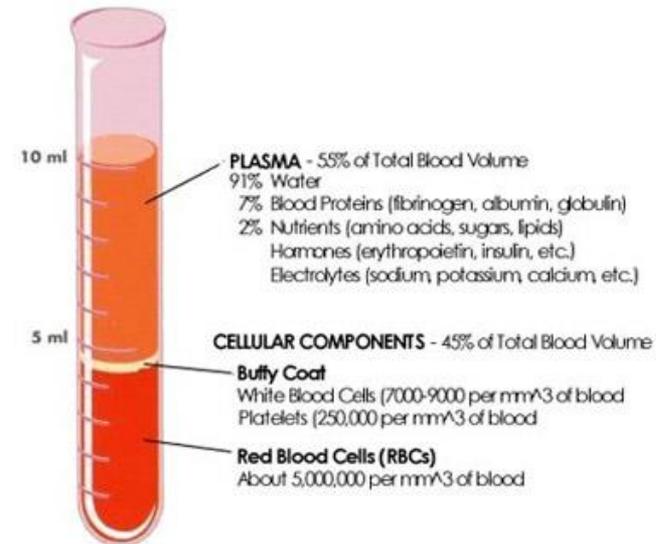


Autres thérapeutiques

- PRP
- Centrifugation sang autologue
Concentration élevée en plaquettes (3-10x)



Aucune preuve scientifique à ce jour dans les lésions musculaires



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

Autres thérapeutiques

- Chirurgie

- Accidents **aigus**

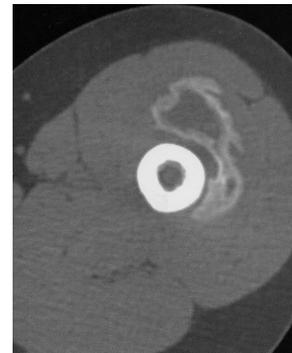
- Désinsertions complètes
- Ruptures totales ou subtotaales
- Hématomes n'ayant pas répondu au traitement médical
- Traitement de certaines séquelles (nettoyage, débridement)



- Chirurgie

- Lésions chroniques, séquelles

- Hématome ossifiants
- Pseudokystes



Calcifications ou
ossifications intra-
musculaires



Hématome calcifié

Conclusions

- Diagnostic précoce lésionnel
 - Bilan clinique
 - Intérêt de l'échographie
- Classification : délai de reprise
- Rééducation
 - Indispensable
 - Précoce
 - Adaptée au bilan
 - Réévaluée++



Lésions musculaires

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



Site Strasbourg



Site Illkirch

